



Aalto-yliopisto
Insinööritieteiden
korkeakoulu

Jaakko Holopainen

Hankintaa palvelevien suunnittelupakettien tuottaminen suunnittelua edeltävällä mallintamisella

Diplomityö, joka on jätetty opinnäytteenä tarkastettavaksi
diplomi-insinöörin tutkintoa varten.

Espoossa 17.11.2017

Valvoja: Professori Olli Seppänen

Tekijä Jaakko Holopainen

Työn nimi Hankintaa palvelevien suunnittelupakettien tuottaminen suunnittelua edeltävällä mallintamisella

Koulutusohjelma Rakenne- ja rakennustuotantotekniikka

Pää-/sivuaine Pohja- ja kalliorakentaminen/
Rakentamistalous

Koodi IA3028/IA3022

Työn valvoja Professori Olli Seppänen

Työn ohjaaja Dosentti Ari Pennanen

Päivämäärä 17.11.2017

Sivumäärä 69

Kieli Suomi

Tiivistelmä

Suunnitelmien toimittamisessa on koettu olevan ongelmia yleisesti rakennusalaalla. Hankintojen muodostaessa nykyajan hankkeissa suurimman osan hankkeiden kustannuksista, ovat hankintojen suunnitelmat oleellisessa asemassa hankkeiden onnistumisen takaamisessa. Tässä tutkimuksessa on tutkittu mahdollisuutta standardoida eri hankinnoille tarvittavia suunnittelupaketteja ja näiden vaatimuksia. Tämän lisäksi tutkittiin mahdollisuutta tuottaa näitä suunnitelmapaketteja automatisoidusti tietokoneohjelmistolla.

Tutkimuksen kirjallisuuskatsauksessa tutustuttiin hankintaan ja hankkeisiin yleisesti sekä erityisesti hankintaan liittyvän suunnittelun ja sen ohjauksen ongelmiin. Suunnitelmien ongelmiin, myöhästymiseen ja virheellisyyteen, pääimmäiseksi ongelmaksi suunnittelunohjauksen näkökannasta paljastui puutteellinen kommunikaatio osapuolien välillä.

Tutkimuksen empiirisessä osassa kehitettiin järjestelmää standardoitujen suunnittelupakettien luomiseen. Järjestelmään kehitettiin teoria, jossa kullekin hankinnalle luodaan standardoitu suunnitelmaluettelo sekä luettelo suunnitteluvaatimuksista. Lähteinä käytettiin kohdeyrityksen toteutuneita hankintoja sekä Rakentamisen yleiset laatuvaatimukset julkaisuja.

Teoriaa testattiin muodostamalla neljästä hankinnasta standardoidut suunnittelupaketit. Aineistona käytettiin viittä kohdeyrityksen hanketta. Testauksella saatiin selville menetelmän perusteiden toimivuus sekä kehityskohteita. Menetelmä toimi teorian mukaisesti testattujen rakennusosien kohdalla, kun taas TATE-osien suunnittelupakettien muodostuksessa teoria ei täysin toiminut. Jatkotutkimusta tarvitaan nimikkeistöjen laajentamiseen sekä TATE-osien suunnittelupaketteihin.

Avainsanat Hankinta, suunnittelunohjaus, suunnittelupaketti, standardointi



Author Jaakko Holopainen

Title of thesis Producing design packages for procurement using modelling prior to design

Degree programme Structural Engineering and Building Technology

Major/minor Foundation and rock engineering/
Construction management

Code IA3028/IA3022

Thesis supervisor Professor Olli Seppänen

Thesis advisor Adjunct professor Ari Pennanen

Date 17.11.2017

Number of pages 69

Language Finnish

Abstract

Problems in the delivery of designs has been a common occurrence in construction industry. When procurement constitutes the majority of costs in modern construction projects, it is essential that the design required for procurement are adequate. The aim of this research was to study the possibility to standardize design packages and their requirements for procurement. In addition, the possibility to automate the production of these design packages with computer software was studied.

In the literature review, procurement, design and design management and the current problems associated to them were studied. The main problems associated to these are the errors in the designs and the delays in delivery of designs. The main reason for these problems was revealed to be poor communication between the different parties in construction projects.

A method for producing standardized design packages was developed in the empirical part of the study. The method is based on idea of two sets of information, a standardized catalogue of design documents and list of requirements for the designs. The standardized catalogue of design documents was compiled from actualized projects and the design requirements collected from publications of Finnish Building information group.

The method was tested by creating the design packages of four different procurement packages. The material was compiled from five past and present projects of Haahtelarakennuttaminen Oy. The testing provided affirmation for the method and revealed areas that need further development. The method worked as planned on building parts but the design packages produced for the HVAC-parts didn't function as planned. Additional research is needed on the design packages of HVAC-parts and the nomenclature for HVAC-parts needs to be developed.

Keywords Procurement, design management, design package, standardizing

Alkusanat

Tämä diplomityö on tehty Haahtela-kehitys Oy:n toimeksiannosta ja rahoituksella, Haahtela-rakennuttaminen Oy:n avustuksella, Aalto-yliopiston insinööritieteiden korkeakoulun rakennustekniikan laitokselle.

Haluan kiittää työni valvojaa, Olli Seppästä ja ohjaajaa Ari Pennasta asiantuntevista ja kattavista kommenteista ja ohjauksesta. Lisäksi haluan kiittää Tommi Peltosta suuresta avusta työn toteutuksen aikana sekä kaikkia muita tutkimuksen teossa auttaneita Haahtelalaisia.

Kiitän myös vanhempiani, Pirjoa ja Akia, kouluun kannustamisesta sekä kaikesta tuesta opintojen aikana. Lisäksi kiitän kaikkia ystäviäni, uusia ja vanhoja, opiskeluajoista, reissuista, juhlista, korttipeleistä, prujuista ja suomenmestaruudesta. Teitte ajastani Otaniemessä elämyksen. Erityinen kiitos avopuolisolleni Ronjalle, kaikesta mahdollisesta tuesta ja kannustuksesta, jonka ansiosta tämäkin työ on saatu tehtyä.

Lopuksi vielä kiitos tutkintouudistukselle ja länsimetrolle, joiden kirityksen avulla tutkimus saatiin julkaistua osaksi Suomen 100-vuotis juhluvuotta.

Helsinki 17.11.2017

Jaakko Holopainen

Sisällys

Lyhenteet	1
1. Johdanto	2
1.1. Tutkimuksen tausta	2
1.2. Tutkimuksen tavoite	3
1.3. Tutkimusaineisto, -menetelmät sekä –rakenne	4
1.4. Tutkimuksen rajaus	5
2. Hankkeiden läpivienti	6
2.1. Hankkeen osapuolet	6
2.2. Suunnittelu	7
2.3. Suunnittelun johtaminen	9
2.4. Hankinta	9
2.5. Projektinjohtorakentamisen erityispiirteet	11
3. Nykytilanne ja menetelmät	14
3.1. Ongelmat hankinnan suunnittelunohjauksessa	14
3.1.1. Suunnitelmien viivästyminen	15
3.1.2. Suunnitelmien virheellisyys	15
3.1.3. Epäselvät suunnittelutoimeksiannot	16
3.1.4. Lähtötietojen puutteellisuus	17
3.2. Menetelmät suunnittelunohjauksessa	18
3.2.1. Tehtäväluettelot	19
3.2.2. Kokemukset aiemmista projekteista	20
3.2.3. Viikkopalaverit/suunnittelukokous	20
3.3. SUKE	21
3.4. LEAN	23
3.4.1. LEAN rakennusosalalla	24
3.4.2. Last planner	24
3.4.2.1. Last planner suunnittelun ohjauksessa	26
3.5. DSM	27
4. Haastattelut	30
4.1. Haahtela	30
4.2. VISIO 2030	31
5. Kustannustieto Taku [®]	33
6. Menetelmän luominen	34
6.1. Lähtötilanne	34

6.2. Mitä tietoa etsitään.....	34
6.2.1. Suunnitelmien lähtötiedot.....	35
6.3. Kerättävän tiedon lähteet	36
6.3.1. Dokumentit vanhoista projekteista	36
6.3.2. RYL	36
6.4. Menetelmä osana ohjelmistoa.....	37
7. Menetelmän testaus.....	38
7.1. Case hankkeet	38
7.2. Tiedon kerääminen	38
7.2.1. Raakatiedon kokoaminen hankkeista.....	38
7.3. Tutkitut hankinnat.....	41
7.3.1. Metalliovi ja -ikkunatyöt	41
7.3.2. Elementtitoimitus.....	42
7.3.3. Pystykanavat	43
7.3.4. Jäähdytyspalkit.....	44
7.4. Tiedon esittäminen.....	46
7.5. Ohjelmistoon yhdistäminen	54
8. Pohdinta, johtopäätökset ja suositukset	57
9. Lähdeluettelo	60
10. Liitteet.....	64

Lyhenteet

SUKE	Suunnittelun ohjausta tukevien menettelyjen kehittäminen projektinjohtorakentamisessa
RYL	Rakentamisen yleiset laatuvaatimukset
DSM	Design structure matrix
TTP%	Tehtävien toteutumisprosentti
KSE	Konsulttitoiminnan yleiset sopimusehdot
TATE	Talotekniikka

1. Johdanto

1.1. Tutkimuksen tausta

Yleinen ongelma rakennusosalalla on suunnittelun myöhästymisen sekä virheelliset suunnitelmat (Kruus, 2008). Osaltaan syynä tähän on rakennusten suunnitteluun liittyvä suuri epävarmuus. Epävarmuutta esiintyy suunnitteluvaatimuksissa, -ratkaisuisissa sekä dokumentoinnissa. Pahimmassa tapauksessa epävarmuutta esiintyy näissä kaikissa (Al Hattab, Hamzeh, 2016). Toteutuessaan nämä epävarmuudet aiheuttavat aikataulu- ja budjettiylityksiä sekä puutteita laadussa (Hamzeh, Ballard, Tommelein, 2009). Epävarmuus on alan projektiluontoisuuteen liittyvä ominaisuus. Lisäksi ala myös muuttuu jatkuvasti monimutkaisemmaksi uusien prosessien sekä hankkeiden osapuolien jakautuessa entistä enemmän pieniin erityisosaamisen mukaisiin toimijoihin. (Mahamid et al, 2012)

Monimutkaisia hankkeita pyritään hallitsemaan projektinjohtomalleilla, joissa ammattimainen rakennuttaja toimii tilaajan apuna hankkeen johdossa. Projektinjohtokonsultin on siis hallittava toimijoita ja näiden muodostamaa kokonaisuutta.

Hankinta kattaa nykyään 60-80% kaikista hankkeen kustannuksista (Junnonen & Kankainen, 2012) ja on sitä suurempi mitä enemmän hankkeessa käytetään ali- tai osaurakointia. Kohdeyrityksen toimintatapoihin kuuluu suorittaa hanke kokonaan osaurakoissa, jolloin hankinnan osuus kokonaiskustannuksista todella korkea. Hankinnat ovat siis todella tärkeä osa hankkeen onnistumista, johon liittyy suuri taloudellinen ja aikataulu riski ja mahdollisuus (Bower, 2003; Pelin, 2009). Hankintojen onnistumiseen vaikuttaa suurelta osin hankintojen suunnittelun onnistuminen. Hankintaa suoritetaan suurelta osin suunnitelmien varassa ja mikäli suunnitelmat ovat virheelliset tai myöhässä, aiheutuu tästä usein kustannuksia sekä aikatauluviivästyksiä. Suunnitteluratkaisuiden tulee olla vaatimusten ja tavoitteiden mukaisia sekä ristiriidattomia muiden suunnitelmien kanssa, tämän lisäksi suunnitelmissa tulee olla kaikki tarvittava tieto esitettynä. Tämän tutkimuksen puitteissa tehdyissä haastatteluissa kohdeyrityksen sisällä on tullut esille, että tässä on usein ongelmia. Vaikka suunnitelmat toimitettaisiin ajallaan, on niissä harmittavan usein puutteita, jotka estävät suunnitelmien käytön odotetulla tavalla.

Suunnittelun ongelmien syynä on usein huono kommunikaatio, epäselvät vaatimukset sekä jatkuvat väärinymmärrykset. (Cremona 2011; Forbes and Ahmed 2011; Kerosuo et al 2012) Hankkeiden vaiheiden limittyessä projektinjohtomalleissa, on ensiarvoisen tärkeää, että osasuoritukset valmistuvat ajallaan, koska myöhästyessään viiveet alkavat helposti kasaantumaan. Hankkeiden aikatauluviiveet ovatkin toistuvia rakennusosalalla, ja niillä on vaikutusta hankkeiden tavoitellun aikataululliseen, kustannukselliseen ja laadulliseen onnistumiseen (Salunkhe, Patil, 2014). Työkalu, jolla suoritteiden asianmukaiseen ja ajallaan valmistumiseen pystytään vaikuttamaan, on hankkeen oikein johtaminen.

Tutkimus on tehty Haahtela-yhtiöiden toimeksiannosta. Haahtela yhtiöiden Haahtela-rakennuttaminen Oy on omalla Haahtela-mallilla hankkeita johtava projektinjohtopalvelu. Haahtela-malliin kuuluu hankkeen jakaminen osaurakoihin ilman pääurakoitsijaa. Näin ollen hankkeissa päätoteuttajana toimii Haahtela-rakennuttaminen, joka tekee itse kaikki hankinnat. Toinen erityispiirre yrityksen toimintavoista on suorittaa hankintaa mahdollisimman tarkkoilla toteutussuunnitelmilla ja näin hallita hankkeen kustannuksia.

Haahtela-yhtiöihin kuuluu myös Haahtela-kehittäminen Oy, joka kehittää erilaisia ohjelmistoja rakennushankkeiden hallintaan. Tämän tutkimuksen tuloksena syntyvä työkalu on tarkoitus liittää osaksi Haahtela-kehittäminen Oy:n tulevaa TAKU PRO[®]-ohjelmistoa.

1.2. Tutkimuksen tavoite

Tämän tutkimuksen tavoitteena on aluksi selvittää mitä ongelmia hankinnan kannalta suunnitteluun ja suunnittelunohjaukseen liittyy, sekä mistä nämä ongelmat syntyvät. Tämän lisäksi tutkitaan, millä tavoin näitä ongelmia nykypäivänä pyritään ratkaisemaan, sekä perehdytään mahdollisiin tulevaisuuden toimintatapoihin. Tarkoituksena on myös tutkia, kuinka edellisistä hankkeista saatua tietoa voidaan hyödyntää näiden ongelmien ratkaisussa. Tutkitaan siis, kuinka hankkeista saatu kokemus ja tieto saadaan vietyä nykyisiin ja tuleviin hankkeisiin. Tämän tiedon standardointi ja standardoidun tiedon hyödynnettävyys on myös tutkimusaiheena.

Tutkimuskysymykset:

- Mitkä ovat hankintaan liittyvän suunnittelunohjauksen nykypäivän ongelmat
- Kuinka niitä pyritään nykyään ratkaisemaan
- Miten paljon ja mitä tietoa hankintaa palvelevassa suunnittelussa voidaan standardisoida hankkeiden välillä
- Miten tämä tieto kannattaa tuoda esille ja valjastaa käyttöön?

Tämän lisäksi työn tarkoituksena on luoda edellytyksiä suunnittelunohjaukselle selkeyttämällä kommunikointia suunnittelijoiden ja projektinjohtajien välillä. Tähän kommunikointiin käytetään Suunnittelun ohjausta tukevien menettelyjen kehittäminen projektinjohtorakentamisessa -tutkimushankkeen (Suke) suosittelemia suunnitelmapaketteja, joiden tarkoituksena on toimia työkaluna hankkeen tavoitteiden mukaisessa suunnitelma- ja hankintajaoissa ja niiden aikataulutuksessa. (Kruus, 2008) Tässä tutkimuksessa on tarkoitus luoda edellytyksiä näiden hankintaa palvelevien suunnitelmapakettien vaatimusten automatisoituun tuottamiseen, tarvittaessa jo ennen suunnittelijoiden valintaa. Suunnittelupaketteihin halutaan liittää tieto, mitä näihin paketteihin liittyvissä suunnitelmissa tulee esittää. Edellytykset suunnittelupakettien luomiseen ennen ehdotussuunnittelua luodaan Haahtelan TAKU[®]-ohjelmiston tuottamalla mallilla sekä rakennusosa-arviolla. Tarkoituksena on tuottaa alustavia, lopullisten suunnitelmapakettien pohjia, joita voidaan muokata hankkeen erityispiirteiden mukaan. Pakettien ja niiden sisältävän tiedon on kuitenkin tarkoitus olla kattavaa, tavanomaisten hankkeiden tarpeet täyttävää ja ennen kaikkea suunnittelunohjausta hyödyttävää. Tässä tutkimuksessa on tarkoitus selvittää, mitä tietoa suunnittelupaketteihin tulee liittää sekä mistä tätä tietoa tulee etsiä ja millä tavalla tieto voidaan kytkeä TAKU[®]-ohjelmistoon.

Automatisoidulla alustavien suunnittelupakettien tuottamisella on tarkoitus helpottaa suunnittelunohjausta, selkeyttämällä suunnittelulle asetettuja tavoitteita ja aikataulua yksityiskohtaisemmin, mahdollisesti jo suunnittelusopimuksien solmimisesta lähtien. Tässä työssä on tarkoitus tutkia edellytyksiä näiden suunnitteluvaatimusten tarkempaan kuvaamiseen jo olemassa olevalla tiedolla, sekä selvittää mitä tietoa täytyy vielä tuottaa järjestelmän luomiseen.

1.3. Tutkimusaineisto, -menetelmät sekä –rakenne

Tutkimuksen ensimmäisessä osassa luodaan perusta tutkimusaiheelle kirjallisuuskatsauksen muodossa. Kirjallisuustutkimuksessa perehdytään tutkimuskysymyksiin sekä luodaan kuva rakennusalan nykytilanteesta sekä sen ongelmista tutkimuksen aiheen näkökulmasta. Kirjallisuuskatsauksessa tuodaan myös esiin nykyään Suomessa käytössä olevia suunnittelunohjauksen menetelmiä. Tarkoituksena on siis luoda kuvaa kotimaan tilanteesta, sekä verrata sitä maailmanlaajuiseen tilanteeseen. Kirjallisuustutkimuksessa perehdytään aiheeseen erityisesti projektinjohto-toteutusmuotojen näkökulmasta.

Kirjallisuuskatsauksen jälkeen esitellään tämän tutkimuksen aikana kohdeyrityksen sisällä suoritettuja haastatteluja. Haastatteluilla pyrittiin hahmottamaan erityisesti kohdeyrityksen projektinjohtomuotoisten hankkeiden toteutuksessa ilmenneitä ongelmia. Tällä luotiin lähtökohdat empiirisen tutkimuksen suorittamiselle, kartoittamalla kaivattuja tuloksia. Osiossa esitellään myös osia VISIO 2030-tutkimushankkeen puitteissa tehdyistä haastatteluista, joilla luodaan kuvaa samoista ongelmista rakennusosalalla laajemmalla näkökannalta. Alla olevassa taulukossa on esitettyinä haastateltujen yhtiöt sekä toimenkuvat.

Taulukko 1 VISIO 2030 haastattelut

	Yhtiö	Haastateltavan toimenkuva
H1	Fira	Tiimipäällikkö
H2	Granlund	Ryhmäpäällikkö
H3	Haahtela	Työpäällikkö
H4	Skanska	Hankekehitysjohtaja
H5	Skanska	Työpäällikkö
H6	SRV	Suunnittelupäällikkö
H7	YIT	Rakennuttamisyksikön johtaja
H8	A-insinöörit	Rakennesuunnittelun toimialajohtaja

Tutkimuksen empiirisessä osassa tutkitaan standardoidun tiedon tuottamista toteutuneiden projektien asiakirjojen perusteella. Tässä osassa tutkitaan kohdeyrityksen viiden hankkeen hankinta-asiakirjoja ja pyritään kehittämään näiden tietojen perusteella suunnittelunohjausta palveleva työkalu, joka tarjoaa standardoitua tietoa tarvittavista suunnittelutiedoista määrätyistä hankinnoista. Toisen osan tutkimustyö on samalla kehitystyötä uuden suunnittelunohjausta palvelevan työkalun luomiseksi. Työkalun tarkoituksena on helpottaa kommunikointia projektinjohtajien ja suunnittelijoiden välillä. Työkalu luodaan toteutuneiden projektien hankinnan asiakirjojen sekä erilaisten ohjeiden perusteella. Näin käytetty aineisto vastaa todellisuutta ja nykyisiä vaatimuksia. Tutkimusaineistoksi valittiin viisi erilaista Haahtelan toteuttamaa tai toteutuksessa olevaa projektia ja näistä käytiin läpi hankinta-asiakirjat keskittyen pääsääntöisesti tarjouspyynnöissä liitteinä olleisiin teknisiin asiakirjoihin. Näistä asiakirjoista kiteytettiin yhteinen ”standardi” tieto, jota voidaan käyttää yleisesti tulevaisuuden hankkeissa. Tämän lisäksi perehdyttiin Rakennustiedon Rakennustöiden yleisiin laatuvaatimukseen (RYL) ja etsittiin näistä oleellinen, suunnitteluun tarvittavat vaatimukset. Kehitystyö aloitettiin keräämällä kaikista toteutuneista hankinnoista yllä mainittu raakatieto, jota myöhemmin jalostettiin lopulliseen muotoon. Tästä raakatiedosta valittiin kehitystyöhön sopivia hankintoja niin, että saatiin kuva menetelmän toimivuudesta

eri suunnittelualoilla. Tähän tarkempaan kehitystyöhön kuuluu kyseisten hankintojen suunnitelma-asiakirjojen jalostaminen standardoiduiksi paketeiksi sekä näihin paketteihin oleellisen muun tiedon kerääminen RYLeistä sekä muista lähteistä, kuten koodeista ja säännöksistä. Työkalu on tarkoitus liittää osaksi Haahtelan tulevaa TAKU[®] -ohjelmistoa, joten työkalun esiintuontia ja käytettävyyttä on myös kehitetty.

1.4. Tutkimuksen rajaus

Tutkimuksen kirjallisuuskatsauksessa tutkitaan hankintaa palvelevaa suunnittelua ja sen ongelmia. Erityisesti perehdytään hankintaa palvelevan suunnittelun suunnittelunohjaukseen sen ongelmiin sekä nykyisiin toimintatapoihin, menetelmiin sekä työkaluihin. Kirjallisuuskatsauksessa luodaan myös kehys projektin sisällä tälle suunnittelunohjaukselle, mutta pääosin pysytään toteutussuunnitteluvaiheessa.

Kehitystyössä kerätään aluksi materiaali kaikista hankinnoista, yleiskuvan saamiseksi kehitystyölle, mutta loppuun asti viety kehitystyö tehdään vain neljästä hankinnoista. Nämä hankinnat ovat:

- Ovi- ja ikkunaaurakka
- Elementtiurakka
- Jäähdytyspalkkitoimitus/urakka
- Pystykanavaurakka

Hankinnat valikoituivat kehitettäväksi niiden osittain niiden eri suunnittelualojen takia ja osittain niiden yleisyyden takia. Ovi- ja ikkunaaurakka sisältyy kaiketi jokaiseen rakennushankkeeseen ja elementtitoimituksista oli myös kattava aineisto tutkituissa projekteissa. Jäähdytyspalkit valittiin kehitykseen, jotta saataisiin käsitys LVI-laitteiden vaatimuksista ja pystykanavat kuvaamaan LVI-järjestelmiä. Pystykanavat antavat myös mahdollisuuden tutkia kiinteän ja muuntuvan alueen vaikutusta suunnitteluun ja suunnittelunohjauksen kannalta erilaisiin vaatimuksiin.

2. Hankkeiden läpivienti

2.1. Hankkeen osapuolet

Rakennushankkeessa toimii samanaikaisesti useita eri osapuolia ja toimijoita, jotka yhdessä pyrkivät sopimussuhteidensa ja vastuidensa puitteissa toteuttaa mahdollisimman hyvin kaikkia osapuolia tyydyttävän hankkeen.

Rakennushankkeen käynnistää ja siitä lopulta päättää rakennushankkeeseen ryhtyvä, josta usein arkikielessä ja sopimusasiakirjoissa käytetään nimitystä tilaaja. Rakennushankkeen ryhtyvän velvollisuus on huolehtia rakennushankkeen läpiviennistä erilaisten määräysten ja lakien puitteissa. Mikäli rakennushankkeeseen ryhtyvällä ei ole resursseja hankkeen läpivientiin, hän voi tilata sen ulkopuoliselta rakennuttajatoimijalta. (RT 10-11222, 2016)

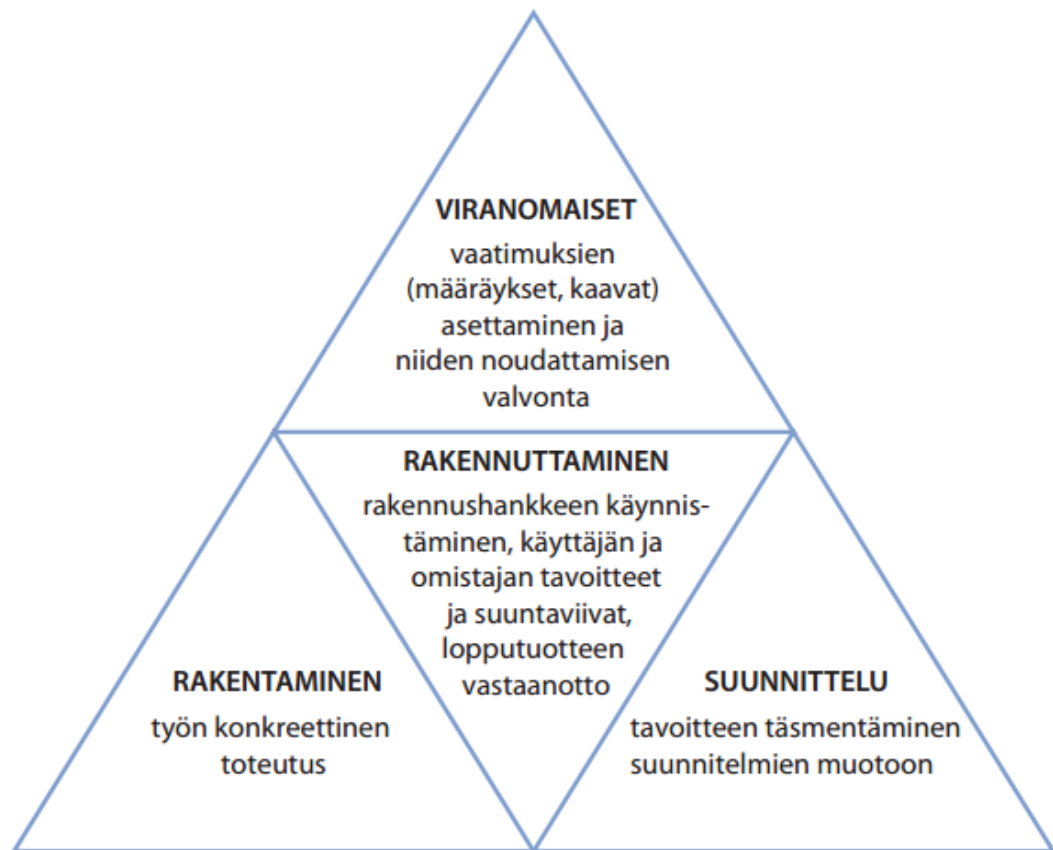
Rakennuttaja on se osapuoli, joka vastaa hankkeen toteuttamisedellytysten varmistamisesta sekä hankkeen organisoinnista. Rakennuttaja laatii hankkeen aikataulun sekä kustannussuunnitelmat sekä hankkii viranomaisluvut. Rakennuttaja järjestää myös hankkeen rakentamisen ja valvonnan sekä vastaa suunnittelunohjauksesta. Rakennuttaja ja rakennushankkeeseen ryhtyvä voivat olla sama taho, mutta rakennushankkeeseen ryhtyvä voi ostaa rakennuttajapalvelut myös ulkopuoliselta toimijalta (RT 10-11222, 2016)

Ennen rakennustöihin ryhtymistä täytyy hanke suunnitella. Suunnittelun toteuttaa suunnitteluryhmä ja suunnittelun kokonaisuudesta vastaava pääsuunnittelija. Suunnitteluryhmään kuuluu rakennussuunnittelija, eli arkkitehti, joka kehittää tilaajan toiminnallisten, teknisten, rahallisten sekä taiteellisten vaatimusten ja toiveiden pohjalta arkkitehtonisen kokonaisuuden, joka myös sopii ympäristöönsä. Pääsuunnittelijan ja rakennussuunnittelijan lisäksi suunnitteluryhmään kuuluu tarvittava määrä erityissuunnittelijoita, jotka suunnittelevat oman erikoisalansa mukaiset osat rakennushankkeesta. (RT 10-11222, 2016)

Rakentamisen suorittavat hankkeissa urakoitsijat. Urakoitsijoita on tyypillisessä hankkeessa useita ja ne suorittavat tietyn sopimustensa mukaisen osakokonaisuuden hankkeesta. Urakoitsijat voivat olla pää-, ali-, sivu- tai osaurakoitsijoita. Pääurakoitsija, mikäli sellainen hankkeessa on, on sopimussuhteessa rakennuttajaan ja vastaa työmaan johtovelvollisuuksista Rakennusurakan yleisten sopimusehtojen (YSE) mukaan ja yleensä nimitään myös hankkeen päätoteuttajaksi. Osaurakoinnissa pääurakoitsijaa ei ole välttämättä ollenkaan. Osaurakointia käytetään yleisesti projektinjohtorakentamisessa. Pääurakoitsijan puuttuessa voidaan päätoteuttajan velvollisuuksia säilyttää joihinkin osaurakoihin tai niistä voi vastata rakennuttaja tai rakennuttajakonsultti, jota tällöin kutsutaan projektinjohtorakennuttajaksi. Urakoitsijat voivat osallistua myös suunnitteluun ja hankintaan sopimus- ja hanketyypistä riippuen. (RT 10-11222, 2016)

Edellä mainitut toimijat muodostavat päätoimijat suurimmassa osassa hankkeita. Hankkeiden keskiössä on rakennushankkeeseen ryhtynyt, joka rakennuttamisorganisaationsa kautta hallinnoi hanketta. Hankeorganisaation kaksi muuta lohkoa, rakentaminen ja suunnittelu, suorittavat hankkeessa heille sopimuksissa määrättyjä tehtäviä. Sopimussuhteet näiden kolmen joukon välillä voivat vaihdella paljonkin eri hankkeiden ja sopimusmuotojen välillä. Rakennushankkeeseen ryhtyvä voi solmia urakoitsijan kanssa kokonaisvastuurakentamisurakan, johon kuuluu suunnittelu ja hankkeen

päätoteuttajan vastuut tai hanke voidaan rakentaa projektinjohtokonsultointimallilla, jossa rakennushankkeeseen ryhtyvä solmii itse kaikki sopimukset.



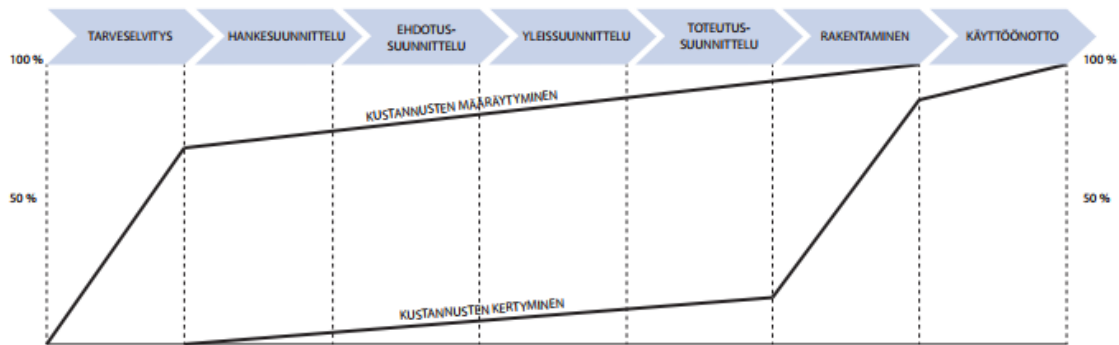
Kuva 1 Rakennushankkeen osapuolet(RT 10-11222 , 2016)

Rakennushankkeissa toimii siis merkittävä määrä eri ryhmiä, joiden tarkoituksena on tuottaa rakennushankkeeseen ryhtyvän tavoitteiden mukainen tulos. Näin suuren toimijamäärän hallitseminen ja johtaminen kohti tavoitetta vaatii paljon hankkeen rakennuttajalta. Kohdeyrityksen käyttämässä hankemuodossa käytetään osaurakointia ilman varsinaista pääurakoitsijaa ja päätoteuttajan velvollisuuksista vastaa rakennuttaja. Kohdeyritys siis vastaa hankkeiden suunnittelijoiden valinnasta sekä suunnittelunohjauksesta.

2.2. Suunnittelu

Rakennushankkeen suunnittelu pitää sisällään monen kaltaisia tehtäviä suuria linjoja maalaavasta hankesuunnittelusta aina tarkkaan rakennustyötä ohjaavaan toteutussuunnitteluun saakka. Yhteisenä näille kaikille suunnittelun vaiheille ja aloille on kuitenkin niiden pyrkimys tuottaa edellytykset rakentamiselle, joka tuottaa tilaajalle sekä loppukäyttäjille mieleisen ja tarkoituksenmukaisen lopputuloksen sekä noudattaa voimassaolevia lakeja ja määräyksiä

Rakennussuunnittelu on hankkeen tavoitteiden mukaisen onnistumisen kannalta ensiarvoisen tärkeää. Vaikka suurin osa rakennushankkeen kustannuksista realisoituu vasta rakennusvaiheessa, sidotaan ne kuitenkin paljon aikaisemmin eri suunnitteluvaiheiden aikana, kuten kuvassa 2. on esitetty. Myös aikataulussa pysyminen vaatii onnistuneen suunnittelun taustalle. Aikataulu ja kustannushallinnan lisäksi suunnittelulla varmistetaan myös hankkeen tilaajan hankkeelle asettamien toiveiden ja vaatimusten toteutuminen. Hyvin suunnitellut ratkaisut ja työsuoritteet myös varmistavat mahdollisimman ongelmattoman yhteistyön viranomaisten ja urakoitsijoiden kanssa.



Kuva 2 Kustannusten määräytyminen (RT 10-11226 , 2016)

Lainkirjaimen määräyksien täyttämisen lisäksi suunnittelutyön on tähdättävä toteuttamaan rakennuksen lopullisen käyttötarkoituksen asettamat vaatimukset. Rakennushankkeet ovat aina hankkeen tilaajan tarpeesta syntyneitä ja näiden tarpeiden tyydyttäminen on se maali, johon hankkeessa tulee pyrkiä. Rakennuksen loppukäyttäjä ja tilaaja ovat usein nykyään eri taho. Tällaisessa tilanteessa on tärkeää toteuttaa hankkeen suunnittelu niin, että loppukäyttäjän tarpeet tulevat täytetyksi, mutta rakennuksen tilaajan omien tavoitteiden rajoissa. Esimerkiksi kauppakeskuskohteissa loppukäyttäjiä ei välttämättä tiedetä pitkään aikaan hankkeen käynnistymisen jälkeen. Tällaisissa tapauksissa suunnittelun täytyy edetä, jotta hankkeen tilaajan aikataulutavoitteet saadaan täytettyä, vaikka lähtötietoja suunnittelulle ei ole olemassa. Näissä tilanteissa pyritään nykyään usein noudattamaan avoimen rakentamisen periaatteita. Avoimessa rakentamisessa rakentamisen suunnittelu ja muu toteutusprosessi jaetaan toisistaan riippumattomiin prosesseihin. Erityisesti rakennus jaetaan kiinteään perusosaan, joka voidaan suunnitella ilman tietoa loppukäyttäjistä ja muuntuva tilaosa, joka taas voidaan suunnitella myöhemmin, kun loppukäyttäjät ovat selvillä. Muita vaatimuksia voi olla liittyen arkkitehtuuriin, muuntojoustavuuteen, käytettävyyteen, sisäilmastoon ja muihin vastaaviin rakennuksen ominaisuuksiin.

Suunnittelijoiden tehtävänä on siis luoda hankkeelle suunnitelmat, joiden avulla voidaan rakentaa yllä esitettyjä vaatimuksia noudattava rakennus. Suunnitelmilla pitää myös pystyä hankkimaan tarvittavat rakennusmateriaalit, työt sekä muut tarvittavat palvelut. Jotta tässä onnistuttaisiin, suoritetaan suunnittelu useassa, aina edellistä täydentävässä, vaiheessa.

2.3. Suunnittelun johtaminen

Tämän tutkimuksen tavoitteen ollessa hankintaa palvelevan suunnittelun kehittäminen projektinjohdon näkökulmasta, on suunnittelun ohjaus ja -johtaminen ensiarvoisen tärkeässä asemassa. Seuraavaksi esitellään kuinka suunnittelun ohjaus ja -johtaminen tulkitaan suomalaisissa tehtäväluetteloissa.

Suunnittelun johtaminen käsittää suunnittelun organisoinnin, -valvonnan, -ohjauksen, sekä -koordinoimisen. Sen tavoitteena on varmistaa, että suunnitelmakokonaisuus vastaa tilaajan asettamia tavoitteita. Suunnittelun johtaminen rakennushankkeessa määrittää nämä kaikki omiksi tehtävikseen ja nimittää niiden muodostamaa kokonaisuutta suunnittelun johtamiseksi (RT 13-10860, 2005).

Suunnittelun organisoinnilla tarkoitetaan suunnitteluorganisaation kokoamista. Tavoitteena organisoinnissa on koota riittävästi päteviä suunnittelijoita hankkeen tarpeisiin ja jakaa tehtävät ja vastuut näille suunnittelijoille. Suunnittelun valvonnalla tarkoitetaan suunnitelmien ja suunnittelun etenemisen seuraamista ja siitä raportointia. Suunnittelun valvonta on ensiarvoisen tärkeää suoritettaessa suunnittelun ohjausta ja -koordinointia. (RT 13-10860, 2005)

Suunnittelun ohjaus käsittää suunnitelmien sisällön, ja tätä kautta koko projektin, ohjaamista kohti hankkeelle asetettuja tavoitteita. Nämä tavoitteet voivat olla toiminnallisia, taloudellisia, esteettisiä tai muita projektin lopputuloksen kannalta tärkeitä osa-alueita (RT 10-11107, 2013). Suunnittelun ohjausta suoritetaan antamalla tietoja, ohjeita ja määräyksiä toisille osapuolille, sopimuksien rajoissa, jotta nämä pääsevät sopimuksien mukaisiin tavoitteisiin (RT 13-10845, 2005).

Viimeisenä suunnittelun koordinoiminen käsittää suunnittelutehtävien aikatauluttamista ja sisällön yhteensovittamista. Tehtävien aikataulua sovitetaan yhteen suunnittelun sisäisesti mutta myös hankkeen muun toiminnan kanssa. (RT 13-10860, 2005) Suunnittelun aikataulun koordinoiminen muun hankkeen toimintojen kanssa on ensiarvoisen tärkeää, varsinkin kiireellä toteutetuissa hankkeissa, joissa suunnittelua toimitetaan samaan aikaan rakentamisen kanssa. Jotta hanke pystytään saattamaan valmiiksi suunnittelussa aikataulussa, täytyy esimerkiksi hankintatoimella olla tarvittavat suunnitelmat oikeaan aikaan. Tässä työssä pyritään luomaan työkalua erityisesti suunnittelun koordinoimiseen.

Yllä olevat termit ovat peräisin RT-kortista *RT 13-10860 Suunnittelun johtaminen rakennushankkeessa*. Alalla kuitenkin yleisesti puhutaan suunnittelunohjauksesta, jolla tarkoitetaan yleensä yllä olevan jaon mukaisia suunnittelun ohjausta, -koordinointia sekä -valvontaa. Myös tehtäväluetteloissa suunnittelun ohjaus- ja johtotehtävät ovat sekaisin. (Kruus, 2008)

2.4. Hankinta

Hankinnalla tarkoitetaan yhtenä kauppana ostettua kokonaisuutta sopimusta tai tilausta, joka voi joko urakkaa, rakennustuotetilaus tai palvelua. Hankinnalla sidotaan rakennusalan laajalle jakautuneet toimijat ja tarvikkeet hankkeen käyttöön (Ruparathna, Hewage, 2013). Rakennusallalla yleisesti ja erityisesti projektinjohdohankkeissa erittäin suuri osa työstä ja materiaaleista hankitaan ulkopuolisilta toimijoilta, kohdeyrityksen tapauksessa kaikki työ ja

materiaalit hankitaan muilta osapuolilta. Hankinnan ollessa oleellinen ja suuri osa kaikkien rakennushankkeiden läpivientiä, liittyy sen toimintatapojen parantamiseen suuri potentiaali erilaisiin säästöihin ja parannuksiin (Bower 2003). Hankintojen läpi kulkevat kustannukset muodostavatkin suurimman osan hankkeiden kustannuksista. Junnonen ja Kankainen (2012) kertovat näiden kustannuksien olevan rakennusallalla jo nyt 60-80% hankkeiden kokonaiskustannuksista ja osuuden kasvavan tulevaisuudessa. Hankintojen onnistuminen on siis kriittinen osa hankkeen onnistuneessa läpiviennissä. Hankinnat vaikuttavat olennaisesti hankkeen kustannuksiin, kriittisten hankintojen myöhästyminen voi vaikuttaa myös koko projektin myöhästymiseen. (Pelin, 2009)

Hankintaa suoritetaan usein hankintapaketeittain. Hankintapaketilla tarkoitetaan urakkasuoritusta tai toimitusta, joka ajoitetaan yhtenä suorituksena ja on pienin suunniteltava hankintakokonaisuus. Hankintapaketteja voidaan jakaa tai yhdistää varsinaisiksi konkreettisiksi hankinnoiksi (Kruus, 2008). Hankintapakettien muodostamaa luetteloa kutsutaan hankintajaoksi. Hankintajako laaditaan yhdessä suunnitelmajaon kanssa ja näitä ylläpidetään hankkeen edistytessä ja tiedon tarkentuessa. (Kruus, 2008)

Hankintaa voidaan suorittaa useilla eri menettelyillä, joihin kuuluvat neuvottelumenettelyt, suorat hankinnat sekä erilaiset urakkakilpailut. Suurin osa urakoitsijoista ja muista merkittävistä hankinnoista valitaan tarjouskilpailulla. (RT 16-10182) Urakkakilpailu on usein tarkoituksenmukaisin menettely tilaajan kannalta ja pitää yllä myös reilua kilpailua alalla. Jotta urakkakilpailu toimisi, on tärkeää, että tarjouspyynnöissä esitetyt suunnitelmat tai muut vaatimukset ovat mahdollisimman yksiselitteisiä ja virheettömiä. Mikäli tarjoajat jostain syystä tulkitsevat vaatimuksia eri tavoin tai antavat tarjouksensa virheellisten vaatimusten perusteella, vääristyy kilpailu ja tilaajan on vaikeampi ennustaa hankkeen etenemistä.

Hankinnassa käytettävien asiakirjojen tarkkuustaso vaihtelee myös hankkeiden ja hankintojen välillä. SUKE määrittelee hankinta-asiakirjoille kolme eri tarkkuustasoa. Tarkkuustasot ovat väljimmästä tarkimpaan:

- Suunnitteluvaatimuksin tapahtuva hankinta
- Alustavin suunnitelmin tapahtuva hankinta
- Toteutussuunnitelmin tapahtuva hankinta

Suunnitelmavaatimuksin tapahtuvassa hankinnassa hankinta-asiakirjoissa esitetään toiminnallisia sekä esteettisiä vaatimuksia. Vaatimuksia voidaan esittää sanallisesti tai ohjeellisin piirustuksin. Menetelmän tavoitteena on osallistaa toimittajaa ja tämän erityisosaamista hankittavan tuotteen toteutukseen. Samalla toimittaja sitoutetaan ottamaan täysi vastuu hankinnan suunnittelusta, aikataulun onnistumisesta ja hinnasta. Alustavin suunnitelmin toteutettavassa hankinnassa hankinta asiakirjoina käytetään nimenmukaisia alustavia suunnitelmia, joita täydennetään ja tarkennetaan sopimusneuvotteluiden aikana toimittajan avustuksella. Menetelmän ideana on sitouttaa toimittajaa aikaisessa vaiheessa ja vähentää ylimääräistä suunnittelua. Toteutussuunnittelu suoritetaan toimittajan ja tilaajan suunnittelijoiden kanssa yhteistyössä. Tarkimmassa eli toteutussuunnitelmin tapahtuvassa hankinnassa hankinnan asiakirjoina käytetään valmiita toteutussuunnitelmia. Kaikki toteutussuunnittelu suoritetaan siis tilaajan omilla suunnittelijoilla ja sopimukset laaditaan näiden suunnitelmien pohjalta. Suunnitelmissa ei voi tässä menetelmässä olla

hankintavaiheessa merkittäviä puutteita. Kyseisessä menetelmässä saadaan suunnittelua ohjattua rakennuttajan toimesta tarkimmin, mutta suunnitelmien toiminnallisuuteen ja virheellisuuteen liittyvä riski jää tilaajalle. (Kruus, 2009) Kohdeyritys pyrkii suorittamaan hankintansa valmiilla toteutussuunnitelmillä ja tämän tutkimuksen kehitystyö onkin rajattu toteutussuunnitelmin tapahtuvaan hankintaan.

Kohdeyrityksen toimintatapa eroaa siis esimerkiksi SUKE-mallin suosituksesta, jossa hankinnat suoritetaan ensisijassa alustavin suunnitelmin. Syynä tähän on halu hallita hankintojen ratkaisuita ja tätä kautta kustannuksia tarkalla ohjauksella. Kohdeyrityksessä pilkotaan kohteet pieniin osaurakoihin ja projektit toteutetaan osaurakoina ilman erillistä pääurakoitsijaa. Tästä johtuen urakoitsijakunta, jota käytetään, saattaa olla pieniä yrityksiä, joilla ei ole kykyä/halua ottaa riskiä työstä, eikä sitä heille haluta säilyttääkään. Jos näille pienille yrityksille, joiden riskinsietokykyä on pieni, haluttaisiin siirtää suunnitelmien epävarmuudesta johtuva riski, pieninisi tarjoajakunta merkittävästi, ja saatavat tarjoukset sisältäisivät suuret riskivaraukset. Toteutussuunnitelmillä tehtävällä hankinnalla estetään siis tilanne, jossa toimeksiantoihin tarjoutuu tekijäksi vain suuret rakennusyritykset, joilla on kyky kantaa urakan riskejä sekä resurssit suorittaa omaa urakkalaskentaa suuremmalla kaliiberilla, jolloin riskien hinnoittelu ei ole niin kallista. Tästä syystä hankinta halutaan suorittaa mahdollisimman täydellisillä ja virheettömillä suunnitelmillä. Työ voidaan tilata kokonaistai yksikköhinnoin, kun ollaan varmoja määristä, suunnitteluratkaisuista sekä muista hintaan vaikuttavista tekijöistä. Näin ollen tilaajalla oleva hintariski, jota kohdeyritys on palkattu hallitsemaan, pysyy mahdollisimman pienenä, suunnitelmien ollessa tehty oikein. Tältä osin kohdeyrityksen toiminta muistuttaa enemmän rakennusliikkeen toimintaa kuin hankkeen rakennuttajan toimintaa. Tässä toimintatavassa on siis tärkeää pystyä valvomaan ja ohjaamaan suunnittelua tilaajan tavoitteiden suuntaan mahdollisimman onnistuneesti

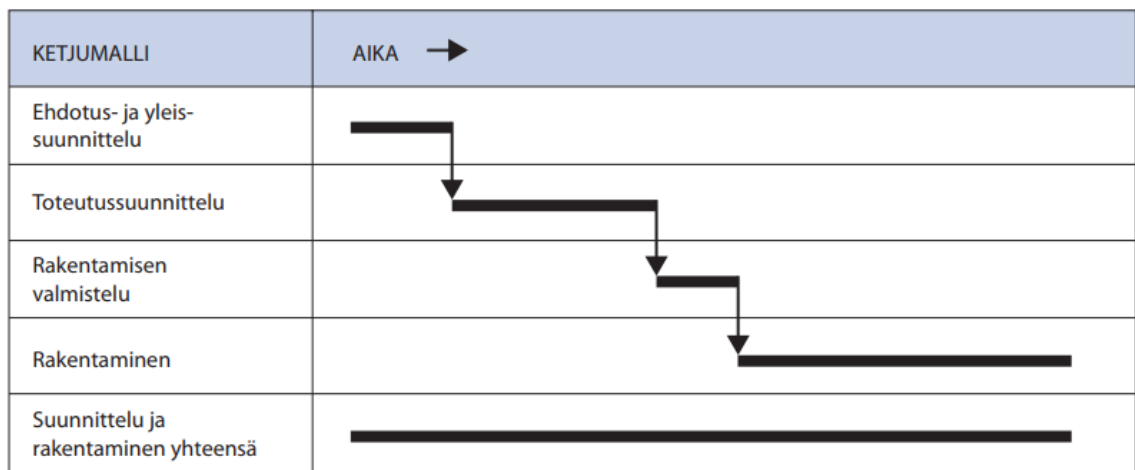
2.5. Projektinjohtorakentamisen erityispiirteet

Projektinjohtomalleilla toteutetuissa hankkeissa käytetään usein rinnakkaismallia hankkeiden vaiheiden aikatauluttamisessa. Rinnakkaismallin käytöllä tavoitellaan aikataulu sekä kustannussäästöjä. Limitetyllä rinnakkaismallilla onkin raportoitu saavutetun lyhentyneitä hankkeiden läpivientiaikoja, parempaa laatua, sekä säästöjä hankkeiden elinkaarikustannuksissa (Shouke et al., 2010). Hankemuodosta aiheutuu kuitenkin myös haittavaikutuksia. Hankevaiheiden ollessa limittyneitä toistensa päälle ajallisesti, vaatii hankemuoto projektinjohtolta enemmän monimutkaisten riippuvuussuhteiden hallinnaksi tiukempien rajojen sisällä (Shouke et al., 2010). Hankemuodosta aiheutuvia ongelmia ja niiden ratkaisuun käytettyjä menetelmiä esitellään myöhemmin. Tässä luvussa esitellään limitetyn hankemuodon vaiheiden läpivientia peilaten sitä perinteiseen pääurakkamuotoon. Erot hankemuotojen välillä halutaan tuoda esiin, niiden aiheuttaessa erinäisiä ongelmia osapuolien välisessä kanssakäymisessä käytettäessä projektinjohto hankemuotoja.

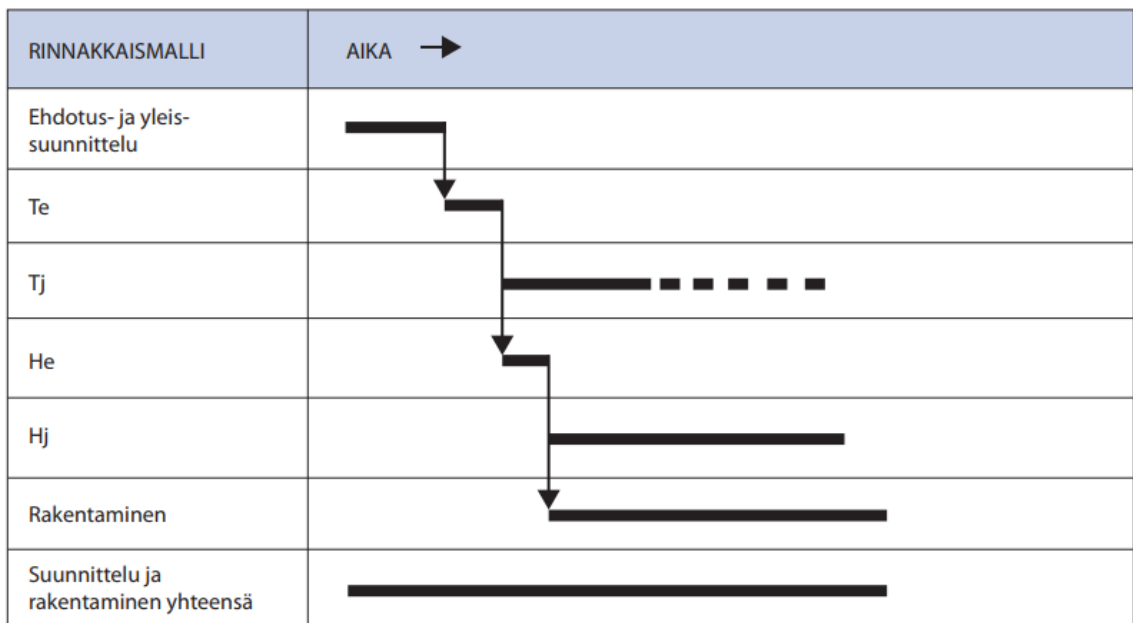
Perinteisissä pääurakkamuodoissa usein käytetyssä ketjumallissa hankkeen vaiheet etenevät ajallisesti peräkkäin (kuva 3). Hankemuodon etuna on edellisten vaiheiden kokonaan valmiiksi saattaminen ennen seuraavaa vaihetta, jolloin seuraavan vaiheen lähtötiedot saadaan tuotettua kokonaisuudessaan ennen vaiheen alkamista. Näin ollen vaiheiden alkaessa päästään aina jatkamaan varmalta pohjalta. Malli on kuitenkin jäykkä muutoksille ja lähtötietojen, kuten loppukäyttäjien tarpeiden, puuttumiselle. Vaiheiden valmistuessa tulisi niissä tehtyjen päätösten olla pysyviä, koska seuraavat vaiheet luottavat näihin päätöksiin. Ketjumalli on kestoaltaan myös pidempi kuin projektinjohtomalleissa käytetty

rinnakkaismalli. Limitetyissä hankemuodoissa käydään läpi lähtökohtaisesti samat vaiheet kuin ketjumallissa, mutta vaiheet limitetään ajallisesti osittain päällekkäin (kuva 4). Kuvista kolme ja neljä voidaan havaita limitetyn mallin kyky lyhentää hankkeen kokonaiskestoa, aloittamalla vaiheet ennen edellisten vaiheiden valmistumista. Kuvasta neljä voidaan nähdä kuinka toteutussuunnittelu on jaettu ennen rakentamisen alkua tehtävien hankintojen toteutussuunnitteluun ja rakentamisen aikana tehtävien hankintojen toteutussuunnitteluun. Vastaavasti hankinnasta on kuvattu erikseen ennen rakentamista tehtävät hankinnat ja rakentamisen aikana tehtävät hankinnat. Näin ollen rakentamisen aloitusta voidaan aikaistaa välttämättömien hankintojen jälkeiseksi, eikä tarvitse odottaa kaikkien suunnitelmien ja hankintojen valmistumista. Toteutussuunnittelulla ei ole siis yhtä ainoata takarajaa, vaan tarvittavia toteutussuunnitelmia laaditaan aina tietyn tehtävän määräämään aikatauluun. Toteutussuunnittelu kestääkin tyypillisesti pitkälle rakennusvaiheeseen, jolloin myös toteutussuunnittelun ohjausta tarvitaan miltein koko hankkeen läpi (Kruus, 2008). Tällä tavoin aikataulua saadaan lyhennettyä ja samalla kustannuksia pienennettyä.

Aikataulu- ja kustannussäästöjen ja muiden toteutusmuodon synnyttämien hyötyjen lisäksi, toteutusmuodolla on kuitenkin myös mahdollisia haittapuolia. Limitettyjen hankemuotojen käyttäminen saattaa luoda epävarmuutta ja kompleksisuutta. Syynä näiden ilmiöihin on virheiden ja muutosten synnyttämät iteraatiokierrokset suunnittelussa ja toteutuksessa. (Lee et al. 2005). Limitettyjä hankemuotoja käytettäessä on siis erityisen tärkeää pystyä hallitsemaan näitä monimutkaisempia kokonaisuuksia. Tärkeää on tunnistaa hankkeen etenemisen kannalta kriittiset tehtävät ja saada ohjattua nämä tehtävät toteutumaan suunniteltujen puitteiden sisällä. Rakentamisen ja hankinnan ”vyöryessä” kohti suunnittelua, täytyy suunnittelun pysyä näiden edellä, jotta hanke etenee aikataulun mukaan. Suunnittelun kiirehtimistä tulisi myös välttää, sen altistaessa suunnittelijat virheille. Kun samaan aikaan täytyy suunnitella aikataulut suunnittelulle, hankinnalle ja rakentamiselle sekä valvoa niiden toteutumista, täytyy suunnittelun johtamisen toimia.



Kuva 3 Pääurakkamuodoissa usein käytetty ketjumalli (RT 10-11225, 2016)



Te = ennen rakentamisen alkua tehtävien hankintojen toteutussuunnittelu

Tj = rakentamisen aikana tehtävien hankintojen toteutussuunnittelu

He = ennen rakentamisen alkua tehtävät hankinnat

Hj = rakentamisen aikana tehtävät hankinnat

Kuva 4 Projektinjohtomalleissa usein käytetty rinnakkaismalli (RT 10-11225, 2016)

3. Nykytilanne ja menetelmät

3.1. Ongelmat hankinnan suunnittelunohjauksessa

Suunnitelmien toimituksen ja sisällön ongelma on yleinen rakennushankkeissa (Kruus, 2008). Suunnittelunohjauksen noustessa projektinjohtototeutusmuodoissa ratkaisevaan asemaan, nousevat samalla suunnittelunohjauksen ongelmat ja niiden ratkominen suureksi osaksi projektia. Tässä luvussa käsitellään näitä ongelmia sekä niiden ratkaisuun käytettyjä menetelmiä nykypäivän rakennushankkeissa.

Nykyajan rakennusprojektit monimutkaistuvat jatkuvasti ja samalla muuttuvat vaikeammiksi hallita (Alshawi, Ingirige, 2003). Suunnittelunohjaus osana muuta projektien johtamista nousee siis jatkuvasti tärkeämpään asemaan. SUKE-tutkimuksessa suoritettujen SUKE- ja TELU-kyselyiden vastaukset on tiivistetty neljään kohtaan, jotka ovat:

- Suunnittelun ohjauksessa on puutteita.
- Suunnittelutyö on erityisesti projektinjohtorakennuttamisessa osapuolia turhauttavaa.
- PJ-toteutuksessa ollaan tyytymättömiä suunnittelijoihin.
- Suunnittelusta puuttuu yhteinen intressi. (Kruus, 2008)

Suunnittelunohjaus ja sen puutteet nousivat siis selvästi esille kyselyssä. Rakennushankkeiden tehokkuusongelmien ja suunnittelunohjauksen puutteiden syynä ovat osaltaan kommunikaation ongelmat, lähtötietojen puute tai niiden virheellisyys, resurssien väärinkäyttö, toimijoiden yhteistoiminnan puutteet sekä arvaamaton päätöksenteko (Cornick, 1991; Austin et al., 1994; Ballard, Koskela, 1998). Myös Markus Karhu kertoo diplomityössään tehtyjen haastatteluiden pohjalta suunnittelun ohjauksen epäkohdiksi Suomessa:

- Yhteistyön ja tiedonvälityksen ongelmat.
- Tavoitteen asettelun ja päätöksenteon ongelmat.
- Suunnittelu-aikataulun ongelmat.
- Suunnittelun lähtötietojen huono hallinta ja lähtötietopuutteet. (Karhu, 2013)

Hankinnan kannalta suurimmat ongelmat suunnitelmien toimituksessa ovat suunnitelmien toimituksen myöhästyminen sekä toimitettujen suunnitelmien virheellisyys. Suunnitelmien virheellisyys voi johtaa virheellisiin hankintoihin ja uudelleen tekemiseen ja suunnitelmien myöhästyminen hankkeen myöhästymiseen.

Tutkimuksessa kehitettävän työkalun kehitystyön tueksi perehdyttiin näihin ongelmiin kirjallisuuskatsauksen muodossa. Kirjallisuuskatsauksessa on selvittämään suurimmat kompastuskivet suunnittelussa ja sen ohjauksessa, sekä syitä, jotka johtavat näihin ongelmiin. Tämän lisäksi on perehdytty erilaisiin toimintatapoihin, joita on alalla tällä hetkellä käytössä. Myös LEAN-ajattelun perusteita tutkittiin antamaan osviittaa kehitystyöhön.

3.1.1. Suunnitelmien viivästyminen

Yleinen ongelma suunnittelussa on aikataulujen venyminen. (Kruus, 2008) Suunnitelmien venymien aiheuttaa helposti myöhästelyä myöhemmin projektissa muun toiminnan ollessa vahvasti riippuvaista suunnitelmista. Mikäli suunnitelmia ei saada aikataulun mukaisesti hankinnan käyttöön, saattaa aikataulu viivästyminen siirtyä hankintavaiheeseen ja vielä eteenpäin tuotantoon aiheuttaen kriittisillä tehtävillä pahimmillaan koko hankkeen myöhästymisen. Suunnitelmien myöhästymisestä voi aiheutua myös turhaa kiirehtimistä, joka osaltaan edesauttaa rakennusvirheiden syntymistä.

Rakennushankkeiden myöhästyminen on alalla maailmanlaajuinen ongelma (Ahmed et al., 2003). Myöhästymistä tapahtuu hankkeen kaikissa vaiheissa (Yang, Wei, 2010). Yang ja Wei tutkivat 2010 suunnittelun myöhästymisen syitä ja mainitsevat tutkimuksessaan, ettei aiheesta ole tehty kattavasti tutkimusta. Myöskään tämä tutkimuksen yhteydessä ei löydetty kattavasti tutkimusaineistoa nimenomaan suunnittelun myöhästymisen syistä. Yangin ja Wein tutkimuksessa suunnittelun myöhästymisen päälimmäiseksi syyksi mainittiin tilaajan vaatimusten muuttuminen suunnittelun aikana. Suunnittelun virheitä tutkivissa tutkimuksissa kuitenkin kerrotaan suunnitteluvirheiden johtavan uudelleen suunnitteluun ja tätä kautta suunnittelun myöhästymiseen (Han et al., 2013). Suunnittelun virheellisyys ja siitä johtuva uudelleensuunnittelu ja mahdollisesti muu tekeminen on siis myös syynä suunnittelun myöhästelyyn. Suunnittelun ja sen ohjauksen ollessa tämän tutkimuksen keskiössä pureudutaan seuraavaksi myöhästymistä aiheuttaviin virheellisiin suunnitelmiin ja syihin näiden takana. Suunnitelmien myöhästymiseen ja siihen johtaviin syihin otettiin kantaa myös myöhemmin esiteltävissä haastatteluissa.

3.1.2. Suunnitelmien virheellisyys

Suunnitelmien virheellisyys ja niistä johtuvat ongelmat ovat erittäin suuri ongelma rakennusalaalla. Virheet suunnitelmissa ja näistä johtuva uudelleen tekeminen on suurin tekijä hankkeiden aikataulujen viivästyttämisessä ja budjettien ylityksessä. Uudelleen tekemisen tuottaessa 52 % kustannusten ylityksistä ja 22 % budjettiylityksistä. (Han et al., 2013). Virheet pääsevät myös helposti etenemään hankkeen seuraaviin vaiheisiin. Suunnittelun ja suunnittelunohjauksen virheet tulevat usein ilmi vasta hankintavaiheessa (Rounce, 1998), tai pahimmillaan vasta rakentamisen jälkeen (Han et al. 2013), jolloin korjaustoimenpiteiden tekeminen helposti aiheuttaa lisää kustannuksia ja resurssien tarvetta sekä aikatauluviivästyksiä.

Lopez et al, (2010) tunnistavat artikkelissaan kolme erilaista virhetyyppiä suunnittelussa. Skill-/performance-based errors, lipsahduksia, jotka johtuvat suunnittelijan huolimattomuudesta ja laiminlyönneistä. Rule-/knowledge-based errors, virheitä, jotka johtuvat suunnittelijan virheellisistä tulkinnoista ja Intentional violations, joissa suunnittelija ei jostain syystä tahallisesti noudata annettuja ohjeita. Viimeiseen, tahalliseen ohjeiden noudattamattomuuteen ei tässä tutkimuksessa perehdytä.

Suunnittelijoiden tekemiin lipsahduksiin vaikuttaa vahvasti ihmisten henkilökohtaiset tekijät sekä erityisesti kiire, joka myös vahvistaa jo olemassa olevia ongelmia ja stressiä (Han et al. 2013; Lopez et al. 2010). Stressaantuneena sekä aikataulu ja kustannuspaineiden aleisena suunnittelijat saattavat esimerkiksi jättää käyttämättä tarjolla olevaa apua, unohtaa informoida tekemistään oletuksista ja jättää muiden osapuolien aikataulut ja tarpeet

huomiotta (Han et al, 2013). Kiire ja muu stressi vaikuttavat siis vahvasti suunnittelijoiden suorituskykyyn ja sitä kautta suunnitelmien oikeellisuuteen. Kiirettä ja stressiä tulisi pyrkiä poistamaan onnistuneella suunnittelun- ja aikataulunohjaukselle. Empiirisessä osiossa kehitettävällä työkalulla pyritään luomaan paremmat edellytykset tälle työlle kuvaamalla nykyistä tarkemmin tarvittavia suunnitelmia ja hankkeen alussa.

Toiseen virheiden syntymekanismiin eli tehtävän lähtötietojen ja muiden reunaehtojen väärinymmärtämiseen vaikuttavat taas vahvemmin organisaation ja projektin toimintatavat. Syitä ovat tietojärjestelmien vajavainen hyödyntäminen, puutteet laadunvarmistamisessa sekä suunnittelunohjauksessa ja vääränlaisten suunnitteluratkaisuiden valitseminen (Han et al, 2013; Lopez et al. 2013). Kehitettävän menetelmän on tarkoitus tuoda apua suunnittelun ja lähtötietojen ohjaukseen sekä osaltaan myös laadunvalvontaan tarkempien vaatimusten esittämisellä. Näin ollen suunnittelunohjaajilla olisi alusta asti tarkempi käsitys suunnittelukokonaisuudesta ja he osaisivat esittää suunnittelijoille vaatimuksensa tarkemmin ja näin välttää epäselvyyksiä tehtäviin liittyen.

Tarkoituksen mukaista on siis saada viimeistään hankintaan siirryttäessä virheettömät ja oikeanlaiset suunnitelmat. Tätä varten suunnitteluun tulee varata riittävästi aikaa ja resursseja. Myös suunnitelmien katselmukseen tulee varata riittävä aika ja mikäli katselmuksien pitämiseen ei jostain syystä jää aikaa, tulee suunnitelmien oikeellisuudesta varmistua jollakin muulla tavalla, suunnitteluvirheiden negatiivisten vaikutusten kertautuessa aina niiden siirtyessä seuraavaan vaiheeseen (Han et al, 2013). Jotta tämä onnistuu, tulee tietää mitä pitää suunnitella, mitä suunnitelmissa pitää esittää, milloin suunnitelmia tarvitaan ja sitouttamisen kannalta voi olla hyvä kertoa myös mihin kaikkeen suunnitelmaa käytetään sekä mihin se epäonnituessaan vaikuttaa. Näihin tarpeisiin pyritään kehitettävällä työkalulla vastaamaan.

3.1.3. Epäselvät suunnittelutoimeksiannot

Suunnittelun ja suunnittelunohjauksen ongelmat syntyvät usein puutteellisen viestinnän, toistuvien väärinkäsitysten sekä epäselvien vaatimusten summasta (Forbes and Ahmed 2011; Cremona 2011 Kerosuo et al; Sebastian, 2011). Osapuolien välisessä kanssakäymisessä olisi siis paljonkin parannettavaa. Suunnittelua ohjaavien osapuolien tulisi saada paremmin tuotua esille omat vaatimuksensa, niin ettei tilaa väärintulkinnoille jäisi. Tämä voi kuitenkin olla hankalaa, suunnittelutehtävien ollessa erittäin monimutkaisia ja näin ollen vaativat erityisosaamista kaiken vaadittavan ymmärtämiseen. Näin ollen yksityiskohtaisten vaatimusten tuottamien automatisoidusti jo hyvin varhaisessa vaiheessa toisi paljon apua suunnitteluohjaukselle.

Yksi ongelma suunnittelun ohjauksen ja johtamisen kannalta on suunnittelusopimuksien sisällön ja vaatimusten epäselväksi jääminen suunnittelusopimusten laatimisen yhteydessä. Tästä epävarmuudesta voi seurata riitatilanteita myöhemmin hankkeessa sekä mahdollisesti vääristynyt tarjouuskilpailu, jos eri tarjoajat ovat ymmärtäneet toimeksiannon eri laajuudessa. SUKE:ssa todettiin, että kyselyyn vastanneet kannattivat tiivistä ja avointa yhteistyötä, mutta samalla aikaisempaa selkeämpiä ja yksityiskohtaisempia määrittelyksiä osapuolten välisille tehtäville. Tämä tulee esiin esimerkiksi SUKEssa esitettyssä vastauksessa:

”Pääsuunnittelijana en osannut varautua tarjouksessani PJU:n edellyttämään työmäärään (työmäärämme oli alimitoitettu). Suunnitteluvaiheiden ajoitus sinänsä oli kohdallaan.

Työmäärä ja sen tärkeys tulisi tuoda selkeästi esille hankkeen alussa. Koko prosessin havainnollistaminen siten, että kaikki osapuolet ymmärtävät varmasti mitä ja miksi tehdään, olisi saattanut poistaa ongelmia. Luottamuksen syntyminen nopeammin olisi luultavasti vähentänyt ongelmia.” (Kruus, 2008)

Pyrkimyksenä on saada suunnittelusopimuksista mahdollisimman luotettavia. Sopimuksien luotettavuuteen vaikuttaa oleellisesti se, ovatko molemmat osapuolet ymmärtäneet sopimuksen ja toisensa samalla tavalla. Sopimuksien tulisi siis olla yksiselitteisiä ja sisältää kaikki toimeksiannossa tehtäväksi halutut tehtävät ja vaatimukset. Tilauksen kohteena oleva toimeksiannon laajuus ja muut vaatimukset tulee saada viestittyä tarjoavalle osapuolelle yksiselitteisesti, jotta he voivat laatia tarjouksensa todellisen työmäärän ja sen vaativuuden mukaan. Tällä tavoin saadaan budjetista ennustettava sekä aikataulusta luotettavampi, kun osapuolet tietävät omat tehtävänsä jo alusta asti. Näin saadaan luotua yhteishenkeä sekä luottamusta osapuolten välille kun projektin aikana ei esiinny odottamattomia vaatimuksia tai lisätyölaskuja. Suunnittelusopimuksia laadittaessa on hankkeen suunnittelu todella yleisellä tasolla. Niinpä kehitettävän työkalun kyky tuottaa yksityiskohtaisia esimerkkejä suunnitteluvaatimuksia, joilla voidaan kuvata tarkemmin sopimusten sisältöä jo ennen suunnittelua, toisi merkittävää helpotusta kaikkia osapuolia tyydyttävien suunnittelusopimusten laatimiseen. Näin ollen suunnittelijoiden ja hankkeen johdon välillä saataisiin pidettyä parempi henki ja suunnittelu etenisi mahdollisimman vaivattomasti kohti hankintoja ja tuotantoa.

3.1.4. Lähtötietojen puutteellisuus

Yhtenä yleisimpänä syynä suunnittelun virheisiin ovat virheelliset tai kokonaan puuttuvat lähtötiedot (Koskela et al, 2002; Sverlinger, 1996). Lähtötietojen kokonaan puuttuminen voi johtua esimerkiksi asiakkaan puuttuvista päätöksistä liittyen erilaisiin ulkonäkö tai käyttövaatimuksiin. Tilaajan voi olla vaikea ymmärtää omien päätöksiensä myöhästymisen vaikutuksia, jolloin päätökset saattavat jäädä tekemättä. Päätökset saattavat jäädä myös tekemättä jos tilaaja ei ymmärrä kuinka pitkä aika ennen valmistumista jotkin päätökset tulee tehdä, tai näiden päätöksiensä vaikutusta muihin tehtäviin. Myös näiden päätösten muuttamien hankkeen myöhemmässä vaiheessa, jolloin aiempien päätöksiensä mukaiset suunnitelmat, hankinnat tai jopa tuotanto ovat jo käynnissä, aiheuttavat ongelmia projekteissa.

Alla olevasta taulukosta 2 (Koskela, Ballard, Tanhuanpää, 1997) voidaan nähdä erilaisia tapoja jatkaa suunnittelua puutteellisista tai puuttuvista lähtötiedoista huolimatta. Näihin kaikkiin toimintatapoihin liittyy kuitenkin omat ongelmansa. Ensimmäisenä vaihtoehtona on tehdä oletuksia lähtötiedoista. Tällä tavoin pystytään jatkamaan suunnittelua oletettuun suuntaan. Lähtötietojen oletuksen osuessa oikeaan on metodi erittäin hyvä, mutta ratkaisuja joudutaan suunnittelemaan uudestaan, mikäli oletukset ovat vääriä. Oletuksien tarkastaminen saattaa myös jäädä tekemättä lähtötietojen varmistuttua, jolloin lähtötietojen välille syntyy poikkeavuuksia. Lähtötietoja voidaan myös aktiivisesti vaatia muilta toimijoilta. Tähän toimintatapaan liittyy kuitenkin haittapuolena muiden suunnittelijoiden työn häiritseminen ja optimaalisen suunnittelujärjestyksen sotkeminen mikäli muut toimijat ryhtyvät selvittämään lähtötietoja oman työnsä kulun ulkopuolelta. Lähtötiedon vaatima suunnitteluratkaisu voidaan myös korvata jollakin toisella ratkaisulla, joka ei vaadi lähtötietoja, tämä kuitenkin on usein kalliimpaa kuin alkuperäisen ratkaisun käyttö. Suunnitelmien rajapinnat voidaan myös määrittää ennalta, tai ratkaisut voidaan ylimitoittaa. Nämä kuitenkin usein johtavat ratkaisuihin, jotka eivät ole ihanteellisia. Ratkaisuja voidaan

myös tehdä suunnittelua parhaiten edistävillä ratkaisuilla, joka ovi johtaa kustannusten tai käytettävyyden kärsimiseen.

Taulukko 2 Koskela et al, 2002

Table 2. Solutions for ensuring progress in design despite lack of **input** (Koskela, Ballard and Tanhuanpää, 1997).

Solution	Implications
Assumptions are made and checked later.	Leads to redoing if assumptions have to be corrected after checking. On the other hand, checking is easily forgotten or there is no time for it, and a discrepancy between different designs might emerge.
Design input is actively sought in design meetings and by telephone.	Tends to make design work of other designers fragmented, preventing concentration.
Design iteration is eliminated through an alternative construction method.	Usually more expensive.
Interface between design tasks is prearranged.	The solution might turn out to be sub-optimal.
Design solution is over-dimensioned to absorb all possible future decisions.	Sub-optimal solution.
Design solution is selected based primarily on the consideration of design progress (i.e. it prevents the progress of other tasks as little as possible).	The selected solution might be inferior in other respects, like functionality and cost.

Kuten ylläolevasta voidaan nähdä, johtaa lähtötietojen puute hankeen kannalta epäsuotuisiin ratkaisuihin (Koskela et al. 2002). Suunnittelunohjauksen tulee siis pystyä vastaamaan suunnittelijoiden lähtötietotarpeisiin, mikäli hanke halutaan johtaa onnistuneesti kohti tavoitetta. Lähtötietotarpeiden saaminen suunnittelijoilta voi kuitenkin olla joskus hankalaa. Mikäli suunnittelija ei osaa pyytää lähtötietoja tarpeeksi ajoissa on niiden vaatiminen lähtötiedon tuottajalta mahdotonta. Mikäli suunnittelijalla olisi heti toteutussuunnitteluvaiheen alussa käytettävissä luettelo häneltä vaadittavista ratkaisuksista olisi hänen helpompi tunnistaa omat lähtötietotarpeensa. Näin ollen myös suunnittelunohjauksen työ helpottuisi ja hankkeen onnistunut läpivienti onnistuisi helpommin

3.2. Menetelmät suunnittelunohjauksessa

Tässä luvussa tutustutaan käytössä oleviin suunnittelunohjauksen menetelmiin ja työkaluihin, joilla pyritään ehkäisemään edellä mainittuja ongelmia hankkeissa ja erityisesti suunnittelussa. Osa kappaleen menetelmistä on yksittäisiä työkaluja suunnittelunohjauksen helpottamiseksi ja osakokonaisia lähestymistapoja suunnittelunohjaukseen, jotka itsessään sisältävät useita työkaluja ongelmien paikantamiseen, hallintaan, ratkaisuun sekä ennaltaehkäisyyn.

Käytössä olevia suunnittelunohjauksen menetelmiä tutkittiin käytössä olevien ratkaisuiden kartoittamiseksi. Tämän yleiskuvan avulla voidaan työkalun kehitystyössä ottaa huomioon

alalla jo käytössä olevia menetelmiä ja sovittaa työkalun toimintaa näiden kanssa yhteensopivaksi. Tällä tavoin voidaan mahdollisesti edistää työkalun käyttöönottavuutta, kun menetelmä on yhteensopiva jo alalla olevien käytäntöjen kanssa. Työkalu voi myös joissain tapauksissa täydentää jo olemassa olevia menetelmiä tai omaksua osia muista menetelmistä. Tässä luvussa perehdytään myös LEAN-filosofiaan josta pyritään hyödyntämään soveltuvia osia työkalun kehityksen periaatteina.

3.2.1. Tehtäväluettelot

Rakennustiedon julkaisemat tehtäväluettelot ovat tarkoitettu tavanomaisten talonrakennushankkeiden suunnittelutehtävien hallintaan sisällön ja laajuuden suhteen. Tehtäväluetteloita voidaan käyttää kaikenlaisissa kohteissa, palkkio- tai hankintamuodoista riippumatta. Suunnittelun sisällön ja laajuuden määrittämisen lisäksi tehtäväluetteloita voidaan käyttää myös suunnittelun laadunhallinnassa. Tehtäväluetteloita voidaan käyttää suunnittelun pohjana ja suunnittelun ohjauksen työkaluna, mutta tehtäväluetteloiden karkean tarkkuustason takia niiden avulla pelkästään ei suunnittelua voida ohjata. (RT 10-11105, 2013)

Tehtäväluetteloissa esitetään tavanomaisen talonrakennushankkeen suunnittelutehtävät sekä näiden tehtävien ohjeelliset tulokset. Tehtävien suorittajia tehtäväluetteloissa ei ole määritelty, vaan ne tulee määrittää hankekohtaisesti. Tehtäväluettelot liitetään osaksi suunnittelusopimuksia ja niiden asema sopimusasiakirjana on määritelty Konsulttitoiminnan yleisissä sopimusehdoissa (KSE 1995).

	JOHTAMINEN		RAKENUSSUUNNITTELU				MUUT SUUNNITTELU- JA ASiantuntijatehtävät			
	Hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtäväluettelo	Pääsuunnittelun tehtäväluettelo	Arkkitehtisuunnittelun tehtäväluettelo	Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo	Rakennesuunnittelun tehtäväluettelo	Geoteknisen suunnittelun tehtäväluettelo	Sisustus suunnittelun tehtäväluettelo	Akustikkasuunnittelun tehtäväluettelo	Valaistus suunnittelun tehtäväluettelo	Elintarvikkeiden suunnittelun tehtäväluettelo
	HJR12	PS12	ARK12	TATE12	RAK12	GEO12	SIS12	AKU12	VAL12	
TEHTÄVÄKOKONAISUUS	A	Tarveselvitys								
	B	Hankesuunnittelu								
	C	Suunnittelun valmistelu								
	D	Ehdotussuunnittelu								
	E	Yleissuunnittelu								
	F	Rakennuslupatehtävät								
	G	Toteutussuunnittelu								
	H	Rakentamisen valmistelu								
	I	Rakentaminen								
	J	Käyttöönotto								
	K	Takuuaika								

Kuva 5 Eri alojen tehtäväluettelot ja tehtäväkokonaisuudet (RT 10-11105, 2013)

Tehtävälueiteloiden avulla voidaan siis varmistua hankkeen asianmukaisesta etenemisestä. Menetelmä on myös lähellä tämän tutkimuksen tuloksena kehitettävää työkalua, jossa standardoidaan hankkeissa yleisesti tarvittavaa suunnittelua. On tutkimuksen kannalta rohkaisevaa, että alalla on jo käytössä vastaavanlaisia toimitapoja.

3.2.2. Kokemukset aiemmista projekteista

Suurelta osalta rakennushankkeessa tehty työ perustuu aiemmista hankkeista saatuihin oppeihin ja yleisesti kokemukseen. Kokemukseen ja ammattitaitoon luottaminen on varsin itsestään selvä ja oikeutettu toimintatapa, mutta siihen liittyy omat riskinsä. Kokemukseen pystyvät nojaamaan kokeneet ja tehtäviin parhaiten soveltuvat henkilöt. Näiden kokeneiden henkilöiden tekemät virheet voivat kuitenkin olla vaikutuksiltaan kaikkein suurimpia. (Reason J.T., 1990) Kun toimijat keräävät kokemusta ja ammattitaitoa, nousevat he usein myös organisaatiossa ylempiin asemiin. Tällä tavoin ammattitaitoiset ihmiset nousevat asemiin, joista voidaan vaikuttaa hankkeisiin erittäin laajalti. Tämä on tietenkin tarkoituksen mukaista. Samalla kuitenkin kasvaa mahdollisuus virheisiin mikäli ammattitaito tai kokemus ei jossakin tilanteessa olekaan riittävällä tasolla tai tapahtuu virhe.

Toinen ammattitaitoon ja kokemukseen liittyvä ongelma on erilaiset kokemukset ja niistä opitut toimintatavat. Projekteja johdetaan tavalla, jolla projektin johdon kokemuksen perusteella niitä on aiemmin johdettu. Jokaisella projektijohtajalla on oman taustansa mukainen kokemus ja sitä kautta jollain tavalla oma tapansa johtaa hanketta. Projektinjohdon ja suunnitteluryhmien vaihdellessa projektien välillä syntyy hankkeiden johtotavoissa suurtakin variaatiota, joka voi vaikeuttaa hankkeiden läpivientiä. (Alshaw, Ingirige, 2003)

Näitä kahta ongelmaa voidaan ratkaista standardoimalla tietoa ja toimintatapoja. Mikäli tässä standardoinnissa onnistutaan, saadaan ammattitaitoa siirrettyä toimintatapojen mukana myös vähemmän kokeneille toimijoille. Myös toimintatapojen standardoinnilla voidaan selkeyttää henkilöstön muutoksista syntyviä ongelmia. Ongelmana standardoinnissa on kuitenkin alalle tyypillinen, erittäinkin suuri vaihtelu hankkeiden välillä.

Tällaista standardointia on jo laajasti käytössä rakennusalalla. Suunnitteluratkaisuissa yleisesti käytetään hyväksi todettuja ja hyväksytyjä ratkaisuita ja hankkeen johdossa ja hankinnassa nojataan vahvasti aiemmista hankkeista saatuun ammattitaitoon ja vanhoihin sopimuksiin. Osittain näitä hyväksi todettuja ja yleisesti hyväksytyjä ratkaisuita on koottu RT-kortteihin sekä muihin ohjeisiin, joihin on kerätty toimivia ja määräysten mukaisia ratkaisuja. Suomessa rakennusalalla laajasti käytössä olevat RT-kortit ovat alalla vakiintuneita ja hyväksi todettuja menetelmiä. RT-kortit ovat siis ohjeiksi koottua kokemusta.

3.2.3. Viikkopalaverit/suunnittelukokous

Viikkopalaverit ja suunnittelukokoukset ovat perinteinen tapa ohjata suunnittelua ja rakennushankkeita yleensä. Viikkopalaverissa kerrataan palaverivälin suunnitellut työt, päivitetään aikataulun onnistuminen, raportoidaan seuraavan kokousvälin suunnitelma sekä käydään läpi eri osapuolten välisiä asioita. Tavanomainen viikkopalaveri on varsin järkevä menetelmä johtaa hanketta. Eri osapuolet raportoivat etenemisestään ja ongelmistaan tietyn asiakirjapohjan avulla.

Viikkopalavereissa ajaututaan herkästi tilanteeseen, jossa ongelmatilanteen sattuessa, esteen havainnut osapuoli odottaa asiasta raportoinnissa seuraavaa viikkopalaveria. Näin ollen ongelmien ratkaisu ja esteiden purkaminen siirtyy seuraavan kokoukseen tai sen jälkeen ja aikataulu kiristyy tarpeettomasti.

Koskela et al. (2002) havaitsivat tutkimuksessaan, että suunnittelupalavereissa on parannettavaa. Osapuolet saapuivat kokouksiin usein ilman asianmukaista valmistautumista eikä kokouksissa tehtyjen päätösten toteutumista seurattu jälkeenpäin. Vain osa vaaditusta työstä oli saatu valmiiksi ja päätöksiä jouduttiin tekemään kokouksissa improvisoiden, eikä niitä välttämättä muistettu myöhemmin.

Kokoukset ovat vahvasti menneisyyteen keskittyviä ja luonteeltaan enemmän ongelmien ratkaisua kuin niiden ennaltaehkäisyä. Kun kokouksissa käytettävä aika kuluu edellisen kokousvälin ongelmiin ja niiden purkamiseen ei aikaa tai resursseja käytetä seuraavan kokousvälin mahdollisiin kompastuskiviin. Näin luodaan systemaattisesti myöhässä oleva ohjausjärjestelmä, joka ruokkii itseään. Tällaisessa tilanteessa suunnittelukokousten avulla suunnittelunohjaus on erittäin vaikeaa, kun paremman tiedon puutteessa muut toimijat toimivat sovitun aikataulun mukaan, joka seuraavassa kokouksessa paljastuu ylityksi. Näin toimijat eivät voi luotettavasti suunnitella omaa toimintaansa. Kokousvälin ollessa esimerkiksi kuukauden, voi aikatauluun tulla isompiakin ylityksiä ennen kuin asiaan saadaan puututtua, mikäli muita ohjausmenetelmiä ei ole ja osapuolet eivät ole aktiivisesti yhteydessä projektinjohtoon ja toisinpäin.

Toivottavaa olisi siis, että suunnittelukokouksissa olisi käytössä menetelmä, jossa pystyttäisiin ennakoimaan tulevia tehtäviä paremmin. Näin ollen kaikki osapuolet voisivat varautua tehtäviin asianmukaisella tavalla. Mikäli kokousten järjestäjällä olisi tarkempi käsitys suunnittelutehtävien sisällöstä, ei tarvitsisi luottaa pelkästään suunnittelijoiden taitoon tuoda oikeat asiat esille.

3.3. SUKE

SUKE eli Suunnittelun ohjausta tukevien menettelyjen kehittäminen projektinjohto rakentamisessa on Matti Kruusin väitöskirjana laatima tutkimus, jossa on kehitetty ratkaisuja sekä työkaluja suunnittelun ohjauksen kehittämiseen projektinjohtorakentamisessa. Tutkimuksen tavoitteen oli selvittää millaiset menetelmät toimivat projektinjohtorakentamisessa, kun rakennuttaja tekee myöhäiset tilapäätökset sekä millaiset menetelmät toimivat projektinjohtorakentamisessa, kun keskeisenä tavoitteena on PJ-toteuttajan tiedon ja alihankkijoiden ratkaisujen sekä tarjousten hyödyntäminen. Tutkimuksen tuloksien vaatimuksena pidettiin sitä, että ratkaisut voidaan ottaa käyttöön. Tutkimuksessa kehitettiin lopulta SUKE-malli, johon kuuluu neljä toimintamenetelmää. Nämä menetelmät ovat:

- Avoin rakentaminen
- Suunnitelmapaketit
- SUKE-PIPS valintamenettely
- Hankintamuodot ja – jako (Kruus, 2008)

Havaittuja ongelmia	Hypoteeseja syistä	Hypoteesit ratkaisusta	Teoria tai perusta	Ratkaisut, konstruktiot
Suunnittelutyö on turhauttavaa	Käyttäjätiedot tulevat rakentamisen aikana	Avoimen rakentamisen periaatteen noudattaminen	Avoim rakentaminen (Habraken, Kendall, Tiuri, Kahri, Sobek)	1 Avoim rakentaminen
Suunnittelun ohjauksessa on puutteita	Suunnitelmia ei voi ohjata hankinnoittain	Toteutussuunnitelmat suunnitelmapaketteina ja hankeprosessit	Avoimen rakentamisen soveltaminen ja hankeprosessit (Maheswari)	2 Suunnitelmapaketit ja hankeprosessit
Yhteinen intressi puuttuu	Osapuolten valinta ei tue joustavuutta eikä yhteistoimintaa	PJ-toteutus vaatii toimivuusperusteisen valintamenettelyn	PIPS-valintamenettely (Kashiwagi)	3 SUKE-PIPS valintamenettely
PJ-toteutuksessa ollaan tyytymättömiä suunnittelijoihin	Hankintamuodot ja -jako eivät tue PJ-rakentamista	PJ-rakentamiseen soveltuvat hankintamuodot ja -jako	Avoimen rakentamisen periaatteet hankinnoissa ja johtamisurakat	4 Hankintamuodot ja -jako
Ongelmista syytetään toisia osapuolia	Toimintakulttuuri on kiinni perinteisessä ketjumallissa	Tehtäväluettelot täydennettävä tukemaan PJ-toteutusta	Jalkauttamista varten	5 Tehtäväluetteloiden täydennykset

Kuva 6 SUKE-mallin ratkaisut sekä ongelmat ja syyt niiden taustalla (Kruus, 2008)

Yllä olevassa kuvassa on esitetty SUKE-tutkimuksen ratkaisut sekä ratkaisuiden taustalla olevat ongelmat ja kehitystyön vaiheita ja perusteluita. Tähän tutkimukseen oleellisesti liittyviä suunnittelupaketteja sekä hankintamuotoja esitellään seuraavaksi hieman kattavammin.

Suunnitelmapaketeilla pyritään vastaamaan nykyään paljon käytettyjen rinnakkaismalleilla toteutettujen hankkeiden muuttuneisiin suunnittelun ohjauksen tarpeisiin. Perinteisten pääurakkamuotojen yleinen tapa, jossa suunnittelun aikataulu on toteutettu hankintapaketeittain, ei sovellu rinnakkaismallin toteutukseen. Suunnittelupakettien tehtävänä on toimia välittäjänä suunnittelijoiden ja projektinjohtototeuttajan välillä suunnitelma- ja hankintajakoa laadittaessa ja suunnittelun ohjauksessa. Suunnitelmapakettien avulla voidaan helpommin aikatauluttaa suunnittelua vastaamaan hankinnan tarpeita tarkemmin kuin pääurakkamuodoissa perinteisesti on tehty. Suunnitelmapakettien luonnissa kriteerinä on luoda suunnitelmista ryhmiä, jotka tulee ratkaista samanaikaisesti. Näitä samanaikaisesti suunniteltavia suunnitelmien ryhmiä kutsutaan SUKE:ssa suunnitelmapaketeiksi. Suunnitelmapaketit muodostetaan projektinjohton toimesta suunnittelijoiden avustuksella toteutussuunnittelun alussa. Suunnitelmapakettien perusteella laaditaan hankkeen suunnitteluajataulu, jossa määritetään kunkin suunnitelmapaketin tarveaika, katselmuksen ajankohta sekä hankinnan tarvitsemien tarjouspyyntösuunnitelmien toimitusajat. Suunnittelupakettien ja suunnittelun ohjaus yleensäkin SUKE-mallissa toteutetaan työntö-imumallilla. Työntö-imumallissa hankkeen suunnitteluryhmä työntää suunnittelua kohti etukäteen päätettyjä tavoitteita ja samanaikaisesti hankinta ja työnjohto vetävät suunnittelua kohti omia vaatimuksiaan. Tällä tavoin vältetään tilanteelta, jossa suunnitteluryhmän tulisi hankkeen alussa jo tietää kaikki

vaatimukset suunnitelmille sekä tilanne, jossa hankinta vaatii toisistaan suunnittelijoiden näkökannalta täysin erillisiä pieniä osia suunnitelmista omiin hankinta-asiakirjoihinsa. (Kruus, 2008)

SUKE:ssa esitetään hankintamuodoiksi ja -jaoksi johtamis- ja tilaurakoita sekä suunnitelmien valmiutta eri vaiheissa. Pääurakkamuodoissa hankinta tehdään usein valmiilla toteutussuunnitelmilla toimialakohtaisina hankintoina. Tämä perinteinen toimialakohtainen hankinta ei PJ-hankkeessa ole välttämättä mielekäs jos esimerkiksi kiinteä ja muuntuva osa suunnitellaan ja rakennetaan toisistaan täysin eri ajankohtina. Tällaisissa tilanteissa hankintakin voidaan suorittaa eri osiin erillisinä hankintoina. Hankintaa voidaan pilkkoa myös lohkojen mukaan tilaurakoihin. SUKE:ssa kannustetaan myös suorittamaan hankintaa johtamisurakoina, eli PJ-toimintatapaa noudattavia osaurakoita, joissa toimijalle maksetaan laskutyön periaatteella ja toimija ohjaa oman toimialansa suunnittelijoita. Myös yksikköhintaurakoita suositellaan hankintoihin, joissa määrät ovat epäselviä. (Kruus, 2008)

Suunnitelmien valmiuden kannalta SUKE:ssa on kolme hankintamuotoa: toteutussuunnitelmin tapahtuva hankinta, alustavin suunnitelmin tapahtuva hankinta sekä suunnitteluvaatimuksin tapahtuva hankinta (Kruus, 2008). Alustavilla suunnitelmilla ja suunnitteluvaatimuksilla suoritettussa hankinnassa halutaan hyödyntää toimittajan erityisosaamista suunnittelun apuna kun taas toteutussuunnitelmin tapahtuvassa suunnittelussa halutaan varmistua omien tavoitteiden toteutumisesta.

Tämän tutkimuksen mukaillessa kohdeyrityksen toimintatapoja, käytetään jatkossa suunnitelmien valmiusasteena valmiita toteutussuunnitelmia.

3.4. LEAN

LEAN on johtamisfilosofia, jossa perimmäisenä tarkoituksena on poistaa tuotannossa tapahtuva hukka sekä maksimoida arvontuotto asiakkaan näkökulmasta. Arvoa tuottamatonta hukkaa on esimerkiksi suunnittelun tapauksessa uudelleentekeminen. Hukan minimoimiseksi tuotantoprosessia pyritään jatkuvasti parantamaan erilaisten käytäntöjen kautta. Johtamisfilosofian peruspilarit ovat:

- Arvon määrittämisen perustuminen asiakkaan näkemykseen
- Arvoketjun tunnistamiseen ja kaiken arvoa tuottamattoman toiminnan poistaminen
- Arvoketjun perustaminen asiakkaan tarpeisiin perustuvaan imuohjaukseen
- Työntekijöiden osallistaminen kehitykseen
- Toiminnan jatkuva kehittäminen (Oppenheim, 2001)

Menetelmän pyrkimyksenä on saavuttaa ideaalitilanne, jossa kaikki suoritettu toiminta tuottaisi lisäarvoa asiakkaalle. Toiminnot saataisiin siis toteutettua ilman virheitä ja ilman turhaa työtä. Ideaalitilanteeseen pyritään suorittavien työntekijöiden vahvalla osallistamisella tuotannon kehittämiseen ja ongelmien ratkaisuun. (Oppenheim, 2001)

LEAN-filosofia pohjautuu Toyotan tehtaiden Toyota Quality Management (TQM) johtamisjärjestelmään, joka 1980-luvun alussa levisi tuotantolaitoksiin ympäri maailman. TQM:n tavoitteena oli tuottaa korkealaatuisia tuotteita pienillä kustannuksilla ja tähän pyrittiin kokonaisvaltaisella tuotantoketjun hallinnalla. Järjestelmän käyttöönotto ei kaikilta

osin onnistunut Yhdysvalloissa, jossa seuraavan vuosikymmenen aikana tapahtuneen kehitystyön seurauksena syntyi LEAN. (Oppenheim, 2001)

3.4.1. LEAN rakennusalalla

Rakennusala eroaa autoteollisuuden kaltaisesta vakioidusta teollisuudesta osaltaan suuresti. Autoteollisuudessa, josta LEAN on alkunsa saanut, on tuotteen tuotantoon siirtyessä suunnitelmat hiottu loppuun asti valmiiksi. Koskela kuvaa kolmeksi suureksi eroavaisuudeksi: paikan päällä tapahtuvan tuotannon, ainutlaatuiset hankkeet sekä hankkeiden kompleksisuus (Koskela, 2002). Aikaisemmin on tuotu esille kuinka rakennusalalla uudelleen tekeminen on suuri ongelma. LEAN-filosofialla pyritään kehittämään alan toimintaa vähentämällä hukkaa.

Tehtaissa tähän turhan tekemiseen LEAN-ajattelussa puututaan tuottamalla ainoastaan tilattua tuotetta sekä järjestämällä tuotanto niin, mahdollisimman pienillä varastointiajoilla, jotta varastoinnista syntyvä hukka saadaan pienennettyä, toisin sanoen imu-ohjauksella. Rakennusprojekteissa hukkaa aiheutuu asioiden uudelleen tekemisestä. Tätä hukkaa syntyy kun erilaisia tehtäviä suunnittelusta käytännön asennustöihin suoritetaan ilman kunnollisia resursseja sekä puutteellisilla suunnitelmilla tai lähtötiedoilla. Puutteellisilla resursseilla varustautuneena aloitettu suorite jää helposti kesken tai tehdään puutteellisella laatutasolla valmiiksi. Kesken jääneet suoritteet jäävät helposti roikkumaan ja puutteellista laatua joudutaan korjaamaan ja pahimmissa tapauksissa purkamaan ja uudelleen tekemään. Puutteelliset suunnitelmat aiheuttavat samat lopputulokset puutteellisten resurssien kanssa.

Nykyään LEANin periaatteita sovelletaan rakennusalalle kehitetyllä Last Planner System:llä (Ballard, 2000). Last planner on nykyään laajasti käytössä hankkeiden tuotantovaiheessa. Suunnitteluun Last Planneria ei kuitenkaan vielä ole laajamittaisesti otettu käyttöön. Suunnittelussa olisikin tarve jollekin työkalulle, jolla pystyttäisiin vähentämään uudelleen tekemistä. Ballardin mukaan 50 % kaikesta suunnittelutyöstä kuluu uudelleen suunnitteluun (Ballard, 2000), eli kyseessä on erittäin suuri ongelma, johon täytyisi löytää tilannetta parantavat toimintatavat.

3.4.2. Last planner

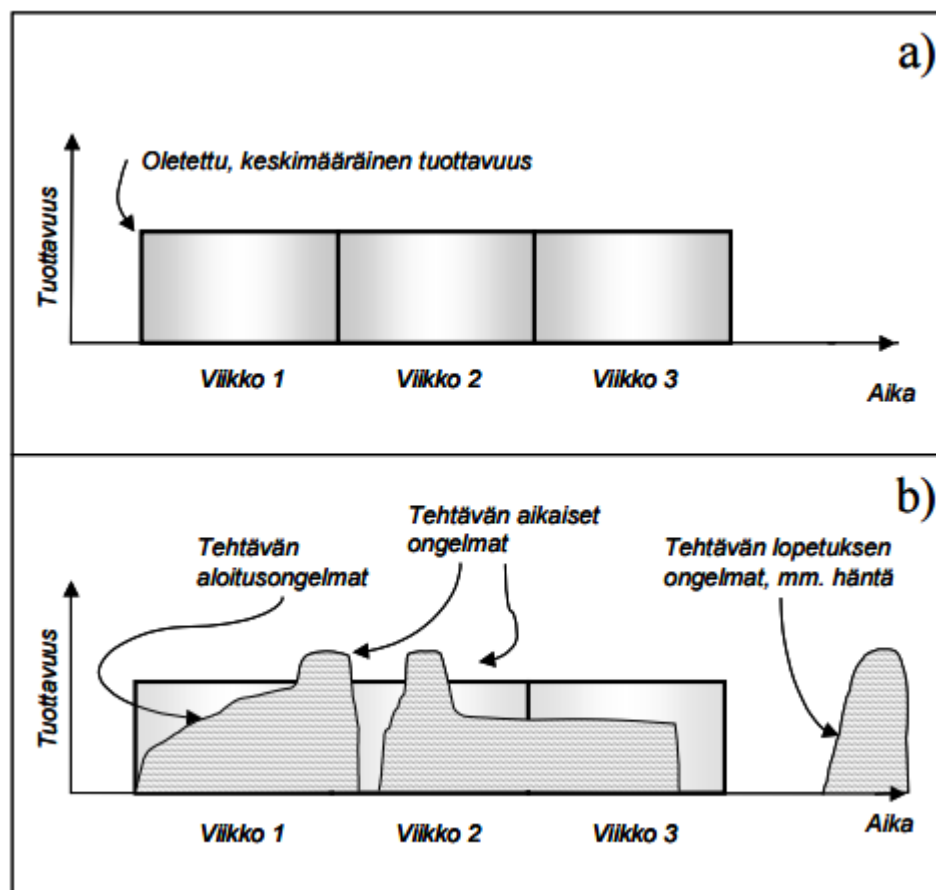
Last Planner on Glenn Ballardin ja Greg Howellin rakennusalalle kehittämä tuotannonohjausmenetelmä, joka on ollut käytössä jossain muodossa vuodesta 1992 lähtien (Ballard, Howell, 2003). Last Planner on LEANin periaatteita noudattava. Alkusysäyksenä Last Plannerin kehitystyölle oli huomio, että rakennustyömailla vain puolet viikkosuunnitelmien tehtävistä saatiin tehtyä suunnitellussa aikataulussa (Koskela, Koskenvesa, 2003).

Last Planner metodi perustuu tavoitteeseen, että jokainen tehtävä saadaan kerralla, ilman merkittäviä tuotantotehokkuuden alentumia, loppuun asti. Normaalisti tuotannonohjauksessa toimitaan oletuksessa, että tuotannossa tuottavuus pysyy vakiona tehtävien koko keston ajan. Todellisuudessa tehtävien aloittaminen vie aikaa eri resurssien valmistelussa ja paikalle saannissa, tehtävän aikana saattaa myös esiintyä ongelmia, jotka aiheuttavat tehtävän suorittamisen tehokkuuden laskua tai kokonaan keskeyttää tuotannon. Tällaisten esteiden syntyminen tehtävän suorittamisen loppuvaiheessa aiheuttaa helposti roikkumaan jäävän tehtävänhännän, jonka loppuun saattamiseen menee pitkä aika. (Lauri

Koskela & Anssi Koskenvesa 2003) Last Plannerin tavoite on siis saada poistettua kaikki edellä mainitut esteet tehtävien tieltä, jotta päästään mahdollisimman tasaiseen ja tuottavaan lopputulokseen.

Väitöskirjassaan Ballard esittää Last Planner menetelmän perustaksi seuraavat perusteet. Tunnistetaan tehtävät, joiden tulee olla yksiselitteisesti määritellyt, ne ovat laajuudeltaan oikean kokoisia ja ne ovat käytännössäkin kokonaisuutena suoritettavissa. Tämän jälkeen laaditaan yleisaikataulu, jossa on oikeanlainen, aidosti toteutettavissa oleva, kireystaso, ja tuotantoa tahdistavat välitavoitteet kartoitetaan. Ylläpidetään vaihesuunnitelmaa, jossa kaikki vaiheen eri tehtävistä vastaavat henkilöt yhdessä laativat aikataulun, jolla saadaan yleisaikataulun tavoitteet saavutettua.

Suunnitellaan 3-12 viikkoa eteenpäin tehtäviä niin, että ne voidaan suorittaa kerralla laadukkaasti loppuun. Poistetaan siis mahdolliset esteet ja varmistetaan tarvittavat resurssit. Luodaan viikoittain viikkosuunnitelma niistä tehtävistä, joiden resurssit on varmistettu ja esteet poistettu. Viikkosuunnitelmaan ei siis oteta tehtäviä joiden edellytyksistä ei olla varmoja. (Kalsaas, 2011)



Kuva 7 Tehtävänhännät (Koskela & Koskenvesa 2003)

Viikkosuunnitelma käydään läpi kaikkien siinä esiintyvien tehtävien toteuttamiseen osallistuvien henkilöiden kanssa. Viikkosuunnitelman toteutumisesta seurataan aktiivisesti ja toteutuneista tehtävistä pidetään kirjaa mittaamalla tehtävien toteutumisprosenttia

(TTP%). Tehtävien jäädessä suorittamatta selvitetään syy ja löydettyihin esteisiin pyritään vaikuttamaan. Järjestelmässä pyritään parantamaan suorituskkyä puuttumalla havaittuihin esteisiin sekä oppimalla edellisistä virheistä. Suorituskyvyn paraneminen havainnoidaan nousevana TTP%:nä. (Kalsaas, 2011)

Tehtävien toteutumisprosenttia seurataan koko projektin ajan järjestelmällisesti ja prosentin kehitystä. Tätä kehitystä seurataan yhdessä, jolloin kaikki pääsevät näkemään oman toimintansa, sekä muiden vastaavan kehityksen. TTP:n laskeminen ja sen avoimesti kaikkien edessä seuraaminen onkin menetelmän yksi kulmakivistä. Tietyn toimijan TTP:n ollessa kaikkien toimijoiden nähtävillä viikoittain, syntyy paine kohentaa omaa TTP:tään. Kuvaajaa seuraamalla pystytään myös helposti seuraamaan meneekö projektin tuottavuus parempaan suuntaan, heittelee se vai peräti huononeeko se projektin aikana. TTP-käyrän ”sahatessa” ylös-alas tiedetään projektin olevan vielä häiriöherkkä ja ettei sen esteiden poistaminen toimi vielä tarpeeksi hyvällä tasolla.

Myös tehtäviin sitoutuminen on erittäin tärkeä osa Last Planneria. Tehtävien suorittajien sitoutumista tehtäviin kannustetaan TTP:iden julkaisulla sekä yhdessä tehtävien sopimisella. Viikkosuunnitelma luodaan yhteistyönä kaikkien toimijoiden ollessa paikalla ja jokainen toimija asettaa itselleen tehtävät. Apukeinona havainnollistamiseen ja tehtävien konkretisoitumiseen käytetään yleisesti post-it lappuja, joiden avulla osapuolet itse konkreettisesti ja fyysisesti luovat itselleen aikataulun tehtävilleen.

3.4.2.1. Last planner suunnittelun ohjauksessa

Last plannerin soveltamisesta suunnittelun ohjaukseen on esitetty eriäviä mielipiteitä. Last plannerin tavoittelessa tilannetta, jossa tehtävät suoritetaan kerralla valmiiksi ja suunnittelun lähtökohtaisesti iteratiivisen luonteen yhteensovittaminen vaatii jonkin verran tulkintaa.(Ballard, 1999). Hamzeh et al. vuonna 2009 suorittama case-tutkimus esitti Last planner menetelmän sopivan myös suunnittelun ohjaukseen. Tutkimuksessa esitettiin seuraavat käytännöt suunnittelun ohjauksen perustaksi Last planner menetelmässä.

- Suunnittele tarkemmin tuotannon lähestyessä
- Luo työsuunnitelma työn suorittajien kanssa
- Tunnista ja poista tiiminä työtä haittaavat esteet etukäteen sujuvan työskentelyn mahdollistamiseksi
- Lupaudu aidosti toteutettaviin tavoitteisiin ja ohjaa työtä eteenpäin neuvotellen osapuolten kanssa
- Opi suunnitteluvirheistä etsimällä virheiden alkuperäiset syyt ja puuttamalla niihin. (Hamzeh et al., 2009)

Tutkimuksen tuloksissa kerrottiin, että suunnittelijat sopeutuivat käyttämään imuohjausta viikkosuunnittelussaan, Last planner paransi kommunikaatiota suunnitteluryhmissä sekä niiden välillä. Tutkimuksen aikana virheistä oppiminen ei saanut haluttua vaikutusta, mutta tätä pystyttiin korjaamaan käyttämällä Last plannerin A3 ongelmanratkaisumallia. Järjestelmän koulutuksella saatiin nopeasti järjestelmä otettua käyttöön ja järjestelmän ylläpidossa suuri osuus oli tilaajalla ja johtoryhmällä. Last plannerin kaltaiselle jäsennellylle systeemille nähtiin tarve suunnittelun ohjauksessa. Vertailua aikaisempaan toimintatapaan

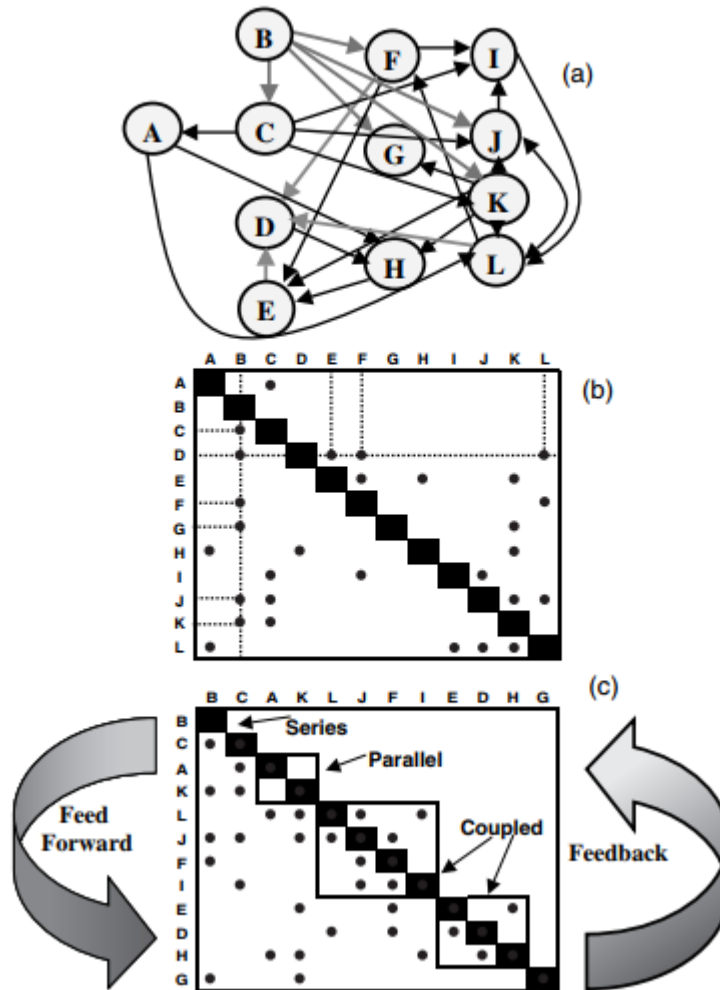
ei kuitenkaan tehty, joten menetelmän tehokkuuden vertailua ei saatu esitettyä. (Hamzeh et al., 2009)

3.5. DSM

Suunnittelun ollessa vahvasti riippuvainen edeltävästä suunnittelusta ja muista lähtötiedoista, on suunnittelujärjestyksen optimoimisella mahdollisuus vaikuttaa merkittävästi suunnittelun onnistumiseen ja sujuvuuteen. Jotta suunnittelu saataisiin etenemään järjestyksessä, jossa suunniteltavan kokonaisuuden lähtötiedot olisivat jo tiedossa, etenisi suunnittelu sujuvasti ja luotettavasti eteenpäin. Tosielämässä kaikkia suunnittelun lähtötietoja ei kuitenkaan voi ratkaista etukäteen suunnittelukokonaisuuksien ollessa riippuvaisia toisistaan. Design structure matrix -metodilla (DSM) voidaan järjestää suunnittelu tavalla, jossa toisistaan riippuvat suunnitteluratkaisut suunnitellaan samanaikaisesti ja näin lähtötietojen vaihto sujuu helpoiten. Tässä luvussa esitellään DSM-metodi, sen käyttömahdollisuuksia sekä mahdollisuus hyödyntää metodologia osana tutkimuksen kehitysosassa luotavassa työkalussa. DSM:n kyky järjestää toisistaan riippuvuussuhteissa olevat tehtävät optimaaliseen suoritusjärjestykseen, voisi oleellisesti helpottaa suunnittelunohjausta ja erityisesti lähtötietojen hallintaa. Lähtötietojen hallinnalla voitaisiin vähentää epäselvyyksiä suunnittelun suorittamisessa ja sen ohjaamisessa ja näin ollen vähentää aikatauluviivästyksiä ja virheitä.

Design structure matrix on menetelmä, jolla voidaan järjestää moniosaisia järjestelmiä osien riippuvuussuhteiden mukaan optimaaliseen järjestykseen (Avnet, Weigel, 2009). Menetelmän mukaisessa järjestyksessä lähtötiedot periytyvät aina edellisistä tehtävistä, tai ristikkäisten riippuvuuksien tapauksissa tehtävät ratkaistaan yhtäaikaaisesti. Tästä syystä DSM erityisesti erityisesti monisyisten, toisistaan riippuvien, tehtävien ohjaamiseen optimaaliseen suoritusjärjestykseen (Yassine, Braha, 2003), kuten rakennusten suunnitteluun.

DSM tunnistaa tehtävien riippuvuuksien perusteella optimaalisen tehtävien suoritusjärjestyksen, jotta ratkaistut lähtötiedot palvelevat mahdollisimman hyvin tulevia tehtäviä. Tämän lisäksi järjestelmä tunnistaa tehtävät, jotka voidaan suunnitella toistensa kanssa rinnakkain, jotta läpivientiaikaa saadaan lyhennettyä. Näiden lisäksi DSM tunnistaa tehtävät jotka tarvitsevat lähtötietoja myös aiemmista tehtävistä ja ryhmittelee nämä tehtävien solmukohdat omiksi samanaikaista suunnittelua vaativiksi kokonaisuuksiksi.



Kuva 8 DSM matriisin vaiheet (Yassine, Braha, 2003)

Tätä prosessia on kuvattu kuvassa 9. Kohdassa (a) tehtävät on kuvattu ympyröinä ja näiden väliset riippuvuudet nuolina. Kuten kuvasta voidaan havaita, on riippuvuuksien havaitseminen ja hallitseminen hankalaa, kun tehtäviä ja näiden välisiä riippuvuuksia on paljon. Kohdassa (b) tehtävät on järjestetty neliömatriisiin aakkosjärjestyksen ja tehtävien väliset riippuvuudet on merkitty mustina täppinä. Matriisista voidaan nähdä esimerkiksi, että tehtävästä B riippuu useampi muu tehtävä kun taas tehtävistä D ja H on riippuvaisia ainoastaan yksi muu tehtävä. Tästä esitysmuodosta voidaan siis havaita, että tehtävän B ratkaisu on siis mahdollisesti kriittisemmässä asemassa kokonaisuuden kannalta kuin kaksi muuta. Viimeisessä kohdassa nähdään DSM matriisi järjestettynä. Tehtävä B suoritetaan, jonka jälkeen voidaan suorittaa tehtävä C, sen ollessa riippuvainen ainoastaan tehtävästä B. Seuraavaksi suoritettavat tehtävät A ja K voidaan suorittaa samanaikaisesti niiden ollessa riippuvaisia aiemmista tehtävistä mutta täysin erillisiä toisistaan. Seuraavat neljä tehtävää (L, J, F, I) taas muodostavat toistensa kanssa samanaikaisesti ja toisistaan riippuvan solmukohdan. Esimerkiksi Tehtävä L tarvitsee lähtötietoja tehtäviltä A ja K, mutta myös myöhemmin järjestyksessä olevilta tehtäviltä J ja I. Menetelmä on siis tunnistanut tehtävät, jotka täytyy tehdä ennen kutakin tehtävää sekä tehtävät, jotka voidaan tehdä toistensa kanssa

samanaikaisesti ajan säästämiseksi. Tämän lisäksi menetelmä on tunnistanut kriittiset solmukohdat, joissa joudutaan syöttämään tietoa takaisinpäin suoritusjärjestyksessä. Näiden solmukohtien tunnistaminen ja niihin varautumisella voidaan siis vähentää edestakaisten lähtötietokyselyiden toimittamista. Kun etukäteen tunnistetaan, että tehtävät tai suunnittelijat tarvitsevat toisiltaan iteroituvia lähtötietoja, voidaan kyseisten tehtäväkokonaisuuksien suoritustapaa ohjata tämän mahdollistavaksi.

Edellä mainitulla tavalla saadaan siis ryhmiteltyä ja järjestettyä tehtävät keskinäisten riippuvuuksien kannalta parhaimpaan järjestykseen. Tehtävien järjestykseen voi tietenkin vaikuttaa mutkin ulkoiset tekijät, mutta järjestelmää voidaan käyttää hyvänä työkaluna suunnittelunohjauksessa ja päätöstenteossa, kun päätöksiä ei alusta asti ole saatavilla. Menetelmää voidaan siis käyttää suunnittelun ja päätöksenteon ohjauksessa ja optimoinnissa, jotta päätöksentekoketju saadaan oikeaan järjestykseen ja solmukohdat tunnistetaan ajoissa, jotta niihin voidaan varautua tarvittavalla toimintatavalla. SUKE kannustaa suorittamaan suunnittelua suunnitelmapaketeissa, eli kokonaisuuksissa, jotka tulevat keskinäisten riippuvuuksien takia ratkaista samanaikaisesti. (Kruus, 2008) DSM:n luomat solmukohdat ovat siis SUKE:n mukaisia suunnitelmapaketteja, eli mikäli riippuvuussuhteet saadaan hankkeen alussa kartoitettua tehtävien välillä, voidaan DSM:n avulla automatisoida suunnittelupakettien muodostaminen. Menetelmällä on siis mahdollisuus tuoda paljon lisäarvoa myöhemmin esitettävään suunnittelunohjauksen työkaluun.

4. Haastattelut

4.1. Haahtela

Tämän tutkimuksen puitteissa suoritettiin kolme haastattelua kohdeyrityksen sisällä liittyen suunnittelunohjauksen nykytilaan ja ongelmiin kohdeyrityksessä. Haastateltavana oli kolme johtavassa asemassa toimivaa henkilöä. Haastatteluissa käytettiin ennalta määriteltyjä kysymyksiä keskustelun pohjana, mutta haastattelut olivat hyvin keskustelun omaisia ja kysymysrunko lähinnä suuntaa antava. Haastatteluiden tarkoituksena oli luoda viitekehystä tutkimuksen ympärille sekä antaa lähtökohdat kehitettävälle työkalulle. Haastatteluista laadittiin kirjalliset muistiinpanot, joista laadittiin tiivistetyt vastaukset puhtaaksikirjoitettuna.

Haastattelun kysymyksissä selvitettiin suunnittelun ja suunnittelunohjauksen tilaa sekä näissä esiintyviä vaikeuksia. Pyrittiin myös selvittämään eri osapuolien vaikutuksia sekä millä keinoin ongelmia voitaisiin ratkoa. Haastatteluissa käytiin myös läpi hieman laajemmalla näkökannalla hankkeiden toteutusta, yleiskuvan luomiseksi. Seuraavissa kappaleissa on tiivistettynä haastatteluissa käytyjen keskusteluiden pääpiirteet.

Haastatteluiden ja samalla tämän tutkimuksen kantava voima oli hankintoja palvelevan suunnittelun ongelmat. Haastatteluissa tuotiin esiin tähän liittyen ongelmat suunnitelmien tasossa sekä myöhästymisessä. Jokaisessa haastattelussa nostettiin esille suunnitelmien myöhästymisen sekä esimerkiksi tarvittavan detajiiikan puuttuminen. Erityisesti ongelmia koettiin hankintaa varten toteutetussa toteutussuunnittelussa. Yhdistävänä tekijänä esiin nostetuissa ongelmissa oli niiden periaatteessa vaatimuksienmukainen, joka kuitenkin jäi ratkaisevasti puutteelliseksi. Esimerkkinä detajiiikka: detajeja tuotetaan jonkin verran, muttei kuitenkaan kaikista tarvittavista kohdista. Toinen mainittu ongelma oli eri suunnitelmien yhteensovittaminen. Yhteensovittaminen kuvailtiin usein ”melkein valmiiksi”, jossa osa yhteensovittamisesta oletetaan ratkeavan työmaalla. Kun suunnitelmat toimitetaan keskeneräisinä, ne helposti ymmärretään valmiiksi. Hankinta ja tuotanto etenevät toiminnassaan aina suunnitelmien puutteiden paljastumiseen asti, jolloin tuotannossa joudutaan korjaustoimenpiteisiin. Kyseinen toimintamalli aiheuttaa uudelleensuunnittelua ja -rakentamista ja samalla aiheuttaa epävarmuutta aikatauihin sekä budjettiin.

Syiksi yllämainittuihin ongelmiin nostettiin liian yleisellä tasolla laaditut suunnitteluvaatimukset sekä sopimukset, suunnittelijoiden kiire, informaation kulun ongelmat sekä kohdeyrityksen käytäntö suorittaa hankintaa mahdollisimman valmiilla toteutussuunnitelmilla. Sopimuksien liian yleisellä tasolla laatimisen kuvattiin luovan epäselvyyttä vaadittuihin suunnitelmiin. Suunnitelmien laadinnassa käytetään yleisiä sopimuspohjia, joissa eriteltyt vaatimukset eivät kuvaa tarittavalla tarkkuudella haluttuja suunnitelmia. Osaltaan ongelma johtuu epäonnistuneesta viestinnästä ja osaltaan tarkempien suunnitteluvaatimuksien puutteesta sekä kohdeyrityksen menettelystä käyttää yleistä käytäntöä tarkempaa hankintamateriaalia. Luotetaan suunnittelijan ammattitaitoon laatia tarvittavat suunnitelmat. Kun suunnittelija ei kuitenkaan epäonnistuneen kommunikoinnin takia ymmärrä haluttua vaatimustasoa, ei tämä pysty hyödyntämään omaa ammattitaitoaan tarvittavalla tasolla. Kun suunnittelijalla on tämän lisäksi vielä kiire muissa tehtävissä, jää

suunnitelmat helposti suunnittelijan ymmärtämälle minimitasolle, joka kuitenkin hankinnan kannalta on riittämätön.

Myös suunnittelusopimuksien laatiminen niin, että molemmat osapuolet ymmärtävät täysin toisiaan koettiin ongelmalliseksi. Ongelmaksi koettiin, ettei sopimusten laatimisen aikana onnistuta esittämään kaikkia sopimukseen sisältyviä töitä ja vaatimuksia, jolloin osa vaadittavasta työstä jää sopimusten hinnoittelun ulkopuolelle. Tästä seuraa joko lisätöiden tekeminen ja laskuttaminen tai vaihtoehtoisesti suunnittelijat saattavat kokea tekevänsä töitä ilmaiseksi ja tulleen huijatuiksi, jos työt edellytetään tekemään alkuperäiseen sopimushintaan. Sopimukset haluttaisiin laatia niin, että niihin voitaisiin tarvittaessa kirjata laatuvaatimukset sekä ennen kaikkea mitkä suunnitelmat vaaditaan hankkeen missäkin vaiheessa ja millaisella tarkkuudella. Tarkkojen suunnitelmien laadinta koettiin kuitenkin hankalaksi sopivien pohjien puuttumisen johdosta, huolena on myös suunnittelijoiden suunnittelutyön liika rajoittaminen, jolloin luomistyön edellytykset huononisivat.

Ratkaisuksi näihin ongelmiin toivottiin työkalua, joka auttaisi suunnitteluvaatimusten tarkemman ja tehokkaamman viestimisen suunnittelijoille. Toivomuksena oli saada käyttöön helposti esitettävää ja nykyistä tarkempaa tietoa suunnittelunohjaamiseen. Toivotun työkalun kehittäminen on myös tämän tutkimuksen aiheena, jonka tuloksia esitellään seuraavissa kappaleissa.

Esiin nousi siis hyvin samanlaiset ongelmat kuin kirjallisuuskatsauksessa. Ongelmia on eri vaatimusten kommunikoinnissa, joka aiheutuu useasta osa-alueesta. Näihin osa-alueisiin halutaan saada kehitettyä jonkinlainen työkalu, jota esitellään empiirisessä osiossa.

4.2. VISIO 2030

Tutkimuksessa on myös tutkittu VISIO 2030-tutkimushankkeen puitteissa suoritettuja haastatteluita. Haastatteluita tutkittiin kahdeksan, joista seitsemän kuunneltiin nauhoitteina, sekä luettiin litterointi ja yhdestä oli käytettävänä ainoastaan litterointi. Haastateltavat toimivat rakennusalan yrityksissä eri asemilla. Yritykset, joissa haastateltavat toimivat harjoittavat urakointia, niin tilauksesta kuin gryndaamallaakin, rakennuttamista sekä suunnittelua. Haastateltavilla on saatu siis varsin kattava läpileikkaus alan toimijoista.

Haastatteluissa käytetyissä kysymyksissä kartoitettiin yritysten suunnittelunohjauksen tilaa LEAN suunnittelunohjauksen kannalta. Haastatteluissa oli siis paljon tämän tutkimuksen ulkopuolelle jäävää tietoa, jota ei tässä tutkimuksessa esitetä. Haastatteluissa sivuttiin osassa kysymyksissä erittäin läheltä tämän tutkimuksen aihetta ja näistä kysymyksistä esitellään koottuna vastauksia. Nämä kysymykset liittyvät suunnittelutiedon standardointiin sekä suunnittelutietovaatimusten ja varsinaisten suunnitelmien suunnittelunohjaamiseen. Seuraavaksi on siis koottuna tähän tutkimukseen liittyvää tietoa VISIO 2030-haastatteluista erityisesti ylläolevista teemoista mutta myös yleisemmin.

Kuten kohdeyrityksessä, on myös muissa yrityksissä havaittu ongelmia suunnitelmien toimituksessa sekä suunnittelunohjauksessa. Vastauksissa nousi esille varsinkin aikatauluun sekä lähtötietoihin liittyvät ongelmat. Suunnitelmien myöhästyminen mainittiin ongelmaksi tilaajan puolelta ja suunnittelijoiden edustajat valittelivat aikataulujen kireyttä. Suunnittelijoiden puolelta valiteltiin myös rakennuttajien menettelytapaa vaatia liian pitkiä puskureita suunnitelmien valmistumiseen ja tästä johtuvaa kiireen lisäämistä.

Myöhästymisten syyksi mainittiin useasti lähtötietojen puute. Lähtötietoja joudutaan usein odottamaan muilta tahoilta tai suunnittelua joudutaan pakottamaan eteenpäin oletuksien varassa. Mikäli oletukset eivät pidä lopulta paikkaansa joudutaan tilanteeseen, jossa suunnitelmia joudutaan laatimaan uudestaan. Pahimmillaan virheellisten suunnitelmien perusteella on jo ehditty laatia muita suunnitelmia, joita joudutaan myös korjaamaan. Suunnittelukokouksien toiminta tuotiin myös esille vastauksissa. Vastauksessa harmiteltiin nykyistä tilannetta, jossa kokouksissa luvataan tuloksia seuraaviin kokouksiin, muttei pysytä lupauksissa. Tuotiin myös esille, että suunnittelijat eivät välttämättä itse ymmärrä mihin kaikkeen heiltä vaadittavat lähtötiedot vaikuttavat.

Tilanteeseen toivottiin korjaukseksi tarkempaa toimeksiantojen suunnittelua ja suunnittelutiedon vaatimista. Jos suunnittelutoimeksiannot vaadittaisiin ja suunniteltaisiin tarkemmin, pystyisivät suunnittelijat paremmin hyödyntämään ammattitaitoaan suunnittelutoimeksiannon aikatauluttamiseen ja lähtötietojen vaatimiseen. Myös suunnitelmien keskinäisiä riippuvuuksia voitaisiin tarkemmin määrittää ja ohjata suunnittelua paremmin tunnettua päämäärää kohti. Tarkemmat vaatimukset myös vähentäisivät väärinymmärtämisen mahdollisuutta.

Haastatteluissa pyrittiin myös selvittämään suunnittelutiedon standardoimiseen liittyviä kysymyksiä. Suuri osa vastaajista koki suunnittelutiedon standardoinnin mahdollisuudeksi vähintään suurpiirteisellä tasolla. Standardoinnin mainittiin olevan jo todellisuutta monella tavalla. Suunnittelua suoritetaan RT-korttien pohjalta ja hankintapaketteihin tarvittavia suunnitelmia selvitetään aikaisempien projektien vastaavista paketeista. Eräässä yrityksessä oli myös käytössä standardoidut suunnitelmapaketit, joita käytettiin hankinnan suunnittelunohjauksessa. Näillä standardoiduilla suunnittelupaketeilla sanottiin pystyvän hankkimaan suurimman osan kohteiden perushankinnoista. Hankkeittain esiintyviin erityishankintoihin ei kyseisiä standardipaketteja ollut pystytty tuottamaan.

Tämän tutkimuksen kannalta haastatteluissa saatiin siis varsin rohkaisevaa tietoa. Kun tavoitteena on luoda järjestelmä hankintaa palvelevan suunnitteluohjauksen avuksi standardoimalla aikaisemmista hankkeista saatavaa tietoa, tuo vastaavien järjestelmien olemassaolo perustelua kehitettävälle metodille. Myös muut haastatteluissa esiin nousseet standardoinnin muodot, kuten rt-kortit tukevat seuraavassa luvussa esiteltävää järjestelmää.

5. Kustannustieto Taku®

Tässä työssä kehitettävä työkalu on tarkoitus liittää osaksi Haahtelan uutta TAKU®-ohjelmistoa. Tässä luvussa esitetään nykyisin käytössä olevan Kustannustieto Taku®-ohjelmiston toimintaa ja taustalla olevaa teoriaa sekä pääpiirteittäin tulevan TAKU®-ohjelmiston toiminta-ajatus.

Kustannustieto TAKU®-ohjelma on kehitetty rakennushankkeiden taloudelliseen hallintaan. Ohjelmaa voidaan käyttää sekä uudis- että korjausrakennushankkeiden budjetointiin tavoitehintamenettelyllä. Tämän lisäksi ohjelmaa voidaan hyödyntää suunnittelunohjauksessa suunnitelmien taloudellisuuden arviointiin Rakennusosa-arvio menettelyn avulla. Kustannustieto TAKU®-ohjelma on osa Talonrakennuksen kustannustieto®-järjestelmää, jonka teoria, tietoaineisto sekä menetelmät ovat esitetty Talonrakennuksen kustannustieto®-kirjoissa. (Kustannustieto-ohjelman käyttöohje, 2016)

Uudis- ja korjausrakentamisen budjetointiin käytettävässä tavoitehintamenettelyssä määritetään hankkeelle uudis-, korjaus- tai nykyhinta tilamitoituksen tuloksena laadittavan toiminta- tai tilaluettelon tai näiden yhdistelmän avulla. Tilamitoituksessa määritetään rakennukseen tarvittavat toimintayksiköt sekä näiden pää- ja sivutoiminnot, kuten opetus ja ruokailu, sekä tarvittavat alitoiminnot, kuten siivoustilat. Toimintojen vaatimat tilat mitoittuvat ulkoisten sekä sisäisten tekijöiden mukaan. Ulkoinen mitoitus tieto on esimerkiksi ruokailijoiden määrä ja sisäinen taas yksittäisen ruokailijan tarvitsema tila. Alitoiminnot mitoittuvat pää- ja sivutoimintojen vaatimusten mukaan. Lisäksi määritetään rakennussuunnittelun lähtökohdaksi tiloille tilavaatimukset, jolloin selvitetään myös tilojen erityisvaatimukset. Tilamitoituksen tuloksena syntyvään tilaohjelmaan sisällytetään kaikki rakennukseen tulevat tilat. Tilaohjelmassa on siis esimerkiksi koulun tapauksessa eriteltyä luokahuoneet pääkäyttötiloina, sosiaali-tilat toiminnan aputiloina sekä liikenne- ja tekniset tilat. Tilaluetteloon merkitään mitoitus suoritte, mitoittavaperuste sekä tilan huoneala. (Haahtela, Kiiras, 2015)

Kustannustieto Taku®-ohjelma muodostaa tilaluettelon avulla kohteesta vertailutiedon rakennusosa-arvion, jonka avulla pystytään seuraamaan toteutuneiden kustannusten suuruutta verrattuna rakennusosa-arvion tuottamiin hintoihin. Näin pystytään havaitsemaan yksittäisten rakennusosien kalleus ja tarvittaessa reagoimaan näihin. Reagointia voi olla esimerkiksi suunnittelun ohjauksella toteutettu suunnitteluratkaisujen tai esimerkiksi pintamateriaalien muokkaaminen edullisemmiksi. Näin pystytään ohjaamaan hanketta kohti tavoiteltua budjettia.

Tässä työssä kehitettävä menetelmä saa lähtötietonsa rakennusosa-arviosta. Tulevan Taku® PRO ohjelmiston tuottaessa täydellisen virtuaalisen talon tilaluettelon perusteella, saadaan ohjelmistolla tuotettua nykyistä kattavampi alustava versio hankkeeseen tarvittavista hankinnoista. Kun tiedossa on jo ennen suunnittelun aloittamista täydellistä vastaava arvio hankkeeseen tarvittavista hankinnoista, voidaan suunnittelua johtaa tarkemmin kohti tavoitetta. Ohjelmiston tuottama rakennusosa-arviota tulee hankkeen edetessä päivittää syntyneiden suunnitelmien mukaiseksi, mutta alustava malli toimii lähtökohtana suunnittelulle ja hankinnalle.

6. Menetelmän luominen

6.1. Lähtötilanne

Tutkimuksen tavoitteena olevan työkalun on tarkoitus helpottaa hankintaa palvelevaa suunnittelunohjausta. Tutkimuksen kirjallisuuskatsauksessa ja haastatteluissa on selvitetty hankinnan suunnittelunohjaukseen liittyviä ongelmia ja erilaisia toimintatapoja. Pyrkimyksenä on siis tuottaa työkalu, joka osaltaan helpottaa näiden esiin tulleiden ongelmien ratkaisua.

Työkalun toteutuksessa on päätetty tuottaa työkalulla vaatimukset toteutussuunnitelmatasoisille hankinta-asiakirjoille. Toteutussuunnitelmatasoisia vaatimuksia voidaan tarpeen mukaan karsia, jolloin työkalulla voidaan hankkia muunkin tasoilla asiakirjoilla. Työkalu on tarkoitus myöhemmin liittää osaksi TAKU[®]-ohjelmistoa, joten työkalua kehitetään toimimaan osana tietokoneohjelmistoa mahdollisimman saumattomasti. Tässä tutkimuksessa kehitetään siis standardoitujen suunnitteluvaatimusten luomiseen menetelmä sekä tapa, jolla kyseisen menetelmän voi liittää osaksi tietoteknistä-ohjelmistoa.

Menetelmän kehittämiseen lähdetessä tavoitteet olivat luoda järjestelmä, joka pystyy rakennusosa-arvion perusteella ilmoittamaan kyseisen hankkeen hankintaan tarvittavat suunnitelmat sekä tiedon mitä tietoa näihin suunnitelmiin tulee sisällyttää hankinnan mahdollistamiseksi. Menetelmän kehittämishetkellä hankinta suoritetaan kohdeyrityksessä 2D-suunnitelmin, mutta menetelmän toivottiin mahdollistavan myös 3D-mallin avulla hankkimisen tulevaisuudessa. Näin ollen kehityksessä pyrittiin luomaan järjestelmä, joka ilmoittaa perinteisen piirustusluettelon, mutta myös luettelon suunnitteluvaatimuksista, jotka voidaan esittää myös mallin avulla. Ohjelmistoon on tarkoituksena tulevaisuudessa kehittää hankintajako muodostamaan rakennusosista hankintapaketteja. Näin ollen tämän tutkimuksen menetelmän avulla saataisiin näille hankintapaketeille muodostettua suunnittelupaketit. Menetelmän halutaan kuitenkin mahdollistavan näiden standardipakettien muokkaamisen.

6.2. Mitä tietoa etsitään

Työkalun luomiseksi täytyy kerätä siihen tarvittava tieto. Tiedon tulee olla hankintaa ja suunnittelunohjausta aidosti palvelevaa, selkeää ja helposti käytettävää, jotta työkalua käytettäisiin ja se helpottaisi työntekoa. Työkalun tulee sisältää tieto mitä asiakirjoja mihinkin hankintaan yleisesti käytetään, jotta näitä asiakirjoja ja suunnitelmia osataan vaatia tarpeeksi aikaisin. Tämän lisäksi tulee olla tiedossa mitä näissä asiakirjoissa ja suunnitelmissa tulisi esittää, jotta vältetään väärinkäsitykset dokumenttien sisällöstä.

Tarkkuustasona kehityksessä pidetään siis täydellisiä toteutussuunnitelmia. Työkalun avulla ohjatun suunnittelun tulisi siis johtaa suunnitelmiin, joissa on esitetty kaikki tarvittava tieto suoritteen hankintaan sekä toteuttamiseen. Lähteenä tarvittaville toteutussuunnitelmille käytetään Haahtelan hankkeiden toteutuneita hankinta-aineistoja. Tällä tavoin saavutetaan kokemuksen kautta muotoutunut käsitys vaadittavista suunnitelmista. Varsinaiset suunnitteluvaatimukset, eli suunnitelmissa esitettävät asiat pyritään selvittämään erilaisista ohjeista sekä määräyksistä, jotta vaatimukset vastaisivat määräyksiä ja ovat yleisesti päteviä.

Näillä tiedoilla on tarkoitus luoda hankinnoille tsekkilistat, joissa yllä esitetyt asiat on listattuna. Listalla olisi siis eriteltynä kaikki kyseiseen hankintaan tavanomaisesti tarvittavat suunnitteluratkaisut sekä lista suunnitelmista, joilla aikaisemmissa hankkeissa on hankinta suoritettu. Tsekkilistoissa on tarkoitus esittää kaikki täydellisiin toteutussuunnitelmiin tarvittava suunnittelutieto, jotta työkalu palvelisi myös toteutussuunnitelmin suoritettavaa hankintaa. Kun hankintaa suoritetaan alustavilla suunnitelmillä tai suunnitteluvaatimuksilla, voidaan listasta valita aina tarvittavat suunnitteluvaatimukset ja jättää tarpeettomat vaatimatta. Näin voidaan helpottaa keskustelua suunnittelunohjauksen ja suunnittelijoiden välillä. Suunnittelunohjauksella on mahdollisuus esittää vaatimuksensa tarkemmin ja havainnollisesti suunnittelijoille, ja keskustelua vaatimuksista helpotettaisiin kun kaikki lopulliset vaatimukset olisi esillä, jolloin suunnittelijat voivat esittää omia mieltymyksiään suunnittelujärjestyksestä samalla kun suunnittelunohjaus esittää omat reunaehdonsa suunnittelulle.

6.2.1. Suunnitelmien lähtötiedot

Suunnittelu on hyvin vahvasti riippuvainen lähtötiedoista ja muista suunnittelulle asetettavista reunaehdoista. Reunaehdoja aiheuttaa muun muassa muiden suunnittelijoiden suunnitteluratkaisut, määräykset, hankkeen tavoitteet sekä tilaajan yksittäiset päätökset. Esimerkiksi ilmanvaihtoa ei voida mitoittaa ennen kuin tilojen koot ja käyttötarkoitukset ovat tiedossa. Suunnittelun aikataulun mukaisen etenemisen kannalta on tärkeää, että suunnittelijoilla on käytettävissään omaan työhönsä liittyvät reunaehdot, joiden puitteissa heidän tulee työnsä suorittaa.

Mikäli suunnittelu tapahtuu puutteellisten tai virheellisten lähtötietojen perusteella syntyy helposti hukkaan menevää uudelleen suunnittelua. Lähtötietojen tulee siis olla suunnittelijoiden saatavilla. Jotta suunnittelun ohjaus osaisi vaatia kuhunkin tehtävään vaadittavat lähtötiedot muilta toimijoilta, tulee niiden olla etukäteen suunnittelun ohjauksen tiedossa. Näitä lähtötietoja kartoitetaan suunnittelijoilta etukäteen, heidän omatessa parhaan ammattitaidon kyseisissä toimeksiannoissa. Lähtötietojen selvityksessä nojataan siis myös suunnittelijoiden ammattitaitoon, mikä aikaisemmin esitettiin kaksipiippuisena miekkana. Ammattitaito on ehdottomasti erittäin suuri voimavara hankkeiden onnistuneessa toteutuksessa, mutta mikäli ammattitaito arvostetaan jossakin tapauksessa liian suureksi, voidaan helposti ajautua tilanteeseen, jossa lähtötietojen etukäteisvaatimukset ovatkin puutteelliset.

Lähtötietoja tulisi siis kerätä samaan tapaan suunnitelmien kanssa standardoituun luetteloon. Tällä tavoin jokaiseen hankkeeseen olisi tarjolla jonkinlainen pohja lähtötietojen kyselyyn, joka ei pohjautuisi pelkästään hankkeen toimijoiden ammattitaitoon. Standardoidusta lähtötietoluettelosta, kuten suunnitteluluetteloista, voisi valikoida kuhunkin hankkeeseen ja vaiheeseen sopivat tiedot ja toimia niiden pohjalta. Mikäli suunnitelmien ja muiden lähtötietojen riippuvuussuhteet pystytään selvittämään ajoissa, voidaan suunnittelun ohjauksessa ja erityisesti suunnittelutehtävien järjestämisessä käyttää apuna DSM-menetelmää, joka loisi riippuvuuksien perusteella vaihtoehdon suunnittelupaketeille sekä antaisi näillä suunnittelujärjestyksen. Tämän järjestyksen ja muun hankkeen aikataulun avulla voitaisiin myös luoda suunnitteluajakaulu.

Tässä tutkimuksessa luotavassa mallissa lähtötiedot selvitetään suunnittelijoilta. Lähtötietovaatimuksia ei ryhdytä tässä tutkimuksessa standardoimaan tai selvittämään

etukäteen niiden ollessa hyvin vahvasti riippuvaisia hankkeen muusta sisällöstä ja selkeiden lähteiden puuttuessa. Tästä syystä ei myöskään DSM-järjestelmän toimivuutta testata tässä tutkimuksessa. Lähtötietojen keräystä tulevaisuuden kehitystyötä ja mahdollista standardoimista tullaan esittämään jatkotutkimussuosituksissa.

6.3. Kerättävän tiedon lähteet

Tutkimuksen perustana käytetään kohdeyrityksen toteutuneita sekä käynnissä olevia hankkeita. Hankkeista kaksi on valmistunut 2009 ja 2011, yksi on osittain luovutettu ja kaksi hankkeista on vielä kesken, eli hankkeet vastaavat hyvin nykyaikaisia toimintatapoja ja hankintamenetelmiä. Hankkeet sisältävät pääosin asuin- ja koulurakentamista sekä kauppakeskuksen, mutta myös esimerkiksi teatterin. Hankkeissa saadaan siis monipuolinen kuva erilaisten hankkeiden hankinnoista. Hankkeiden hankinta-asiakirjoihin päästään käsiksi kohdeyrityksen sähköisistä arkistoista ja näistä etsitään asianmukainen tieto.

Suunnitteluvaatimusten selvittämiseen hyödynnetään Rakennustieto palvelun julkaisemia Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset käsikirjoja sekä tarvittaessa RT-kortteja. RYL:lejä käytetään lähteenä niiden sisältäessä kattavasti kaikki vaatimukset yleiseen laadukkaasti tuotettuun ja suunniteltuun suoritteeseen. RYL:ien laatuvaatimuksiin viitataan yleisesti myös sopimusasiakirjoina olevissa rakennussuunnitelmissa ja näin ovat jo nykyään käytössä ja hyväksytyt alan perustoimintatavoiksi. Tällä tavoin RYL:leistä saatavat suunnitteluvaatimukset ovat varsin luonnollisia ja helposti kaikkien osapuolien hyväksyttäviä vaatimuksia työn perustaksi.

6.3.1. Dokumentit vanhoista projekteista

Aikaisemmin esitellyissä VISIO-haastatteluissa mainittiin aikaisemmat hankkeet tärkeänä tiedon lähteenä suunnittelunohjauksessa. Hankinnan suunnittelunohjauksen pohjana käytetään vastaavien hankintojen tarjouspyyntöasiakirjoja aiemmista hankkeista. Tutkimuksessa on tarkoitus noudattaa samaa menetelmää, vaadittavat suunnitelmat kootaan aikaisempien hankkeiden toteutuneiden hankintojen tarjouspyyntöasiakirjoista. Tällä tavoin suunnitelmat ovat aidosti sellaisia, joilla hankintaa voidaan suorittaa, kun todiste hankintojen onnistumisesta kyseisillä suunnitelmilla on jo olemassa. Toteutuneiden hankkeiden hankinta-asiakirjoja tutkitaan kohdeyrityksen projektipankista.

Yksittäisestä hankkeesta saatava tieto on toki räätälöity tähän nimenomaiseen hankkeeseen, eikä usein ole kaikin osin yleistettävissä standardoiduksi tiedoksi. Erityyppisissä hankkeissa voi olla myös hyvinkin erilaisia hankintoja tai hankintojen sisällöt saattavat poiketa toisistaan. Tästä syystä on syytä tutkia useaa ja erityyppistä hanketta, jotta tuloksia voidaan hyödyntää laaja-alaisesti. Hankkeista kootaan hankinnoittain raakatietona kaikki näihin käytetyt asiakirjat ja näistä jalostetaan hankkeita yleisesti kuvaavia standardoituja aineistoja.

6.3.2. RYL

Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset käsikirjoissa on esitetty rakennusallalla yleisesti hyväksytyt hyvän rakennustavan menettelytavat. Käsikirjoissa on esitetty vaatimuksia sekä ohjeita suunnittelulle ja tuotannolle. Tämän tutkimuksen keskittyessä suunnittelun ohjaukseen on työkaluun kerätty ohjeet suunnittelun suorittamiseen. RYL:leistä kerätään siis suunnitteluun oleelliset osat työkaluun listaukseksi, jotta tämä tieto olisi helpommin

saatavilla ja käytettävissä muun hankinnan suunnittelun ohjaukseen käytettävän materiaalin kanssa.

Tätä tietoa käytetään perustana suunnittelulle. RYL:eissä esitettyjä suunnitteluvaatimuksia käytetään varsinaisina vaatimuksina suunnittelulle ja suunnitelmaluetteloa vaihtoehtona näiden asioiden esittämiseksi. Näin ollen työkalussa on kerrottu mitä pitää suunnitella kyseiseen hankintapakettiin, sekä minkälaisissa suunnitelmissa nämä asiat on perinteisesti, ja onnistuneesti, esitetty. Esittämällä suunnitteluvaatimukset erikseen mahdollistetaan myös muunlaisilla dokumenteilla tai mallintamisella suunnittelu. Mikäli hanke esimerkiksi suunnitellaan mallintamalla, voidaan suunnitelmaluettelo jättää huomiotta ja keskittyä ainoastaan suunnitteluvaatimuksilla ohjaukseen. Tällä tavalla jäsennehtynä työkalua voidaan siis käyttää monenlaisten suunnitelmien dokumentointitapojen kanssa. Samalla myös annetaan suunnittelijalle mahdollisuus käyttää omaa erityisosaamistaan suunnitelmien laatimiseen.

6.4. Menetelmä osana ohjelmistoa

Tutkimuksessa esitetään myös työkalun toiminta osana tietokoneohjelmistoa. Työkalun on tarkoitus toimia saumattomasti osana ohjelmistoa ja mahdollistaa myös muiden mahdollisten osien käyttö. Ohjelmiston tuottaessa kohteesta rakennusosa-arvion, tuotetaan tämän arvion rakennusosien tarvitsemat suunnitelmat tutkimuksen menetelmällä. Suunnitelmat muodostavat ennalta määrättyjen hankintapakettien tarvitsemat suunnitelmapaketit. Ohjelman tuottamia hankintapaketteja tulisi pystyä tarvittaessa muokkaamaan hankkeen erityisvaatimuksien mukaisiksi, joten myös suunnitelmien tulisi pystyä muokkauksessa rakennusosien mukana. Suunnitelmia ei voida siis kytkeä pelkästään ennalta määrättyihin hankintapaketteihin vaan rakennusosiin. Kaikkiin mahdollisiin rakennusosiin suunnittelutiedon kytkeminen olisi kuitenkin tarpeettoman raskas tapa mahdollistaa muokkaus. Tähän pyritään siis kehittämään vaihtoehtoinen ratkaisu, jossa rakennusosia voitaisiin vapaasti siirtää hankintapaketeista toiseen, välttämällä kuitenkin tarpeen kytkeä kaikki tarvittava tieto jokaiseen yksittäiseen rakennusosaan.

7. Menetelmän testaus

7.1. Case hankkeet

Tutkimuksen pohjana käytettiin kohdeyrityksen edellisten, jo valmistuneiden, sekä käynnissä olevien hankkeiden hankinta-asiakirjoja. Tutkimukseen valikoitui viisi eri projektia, joista näitä asiakirjoja ja tietoa kerättiin. Näistä projekteista yksi oli kauppakeskus, yksi oppilaitos ja kolme erilaista asuinrakennusta. Asuinrakennuksista kaksi on senioriasumista ja kolmas on osa kokonaisen korttelin rakennushanketta. Neljä hankkeista oli uudishankkeita ja yksi laajennushanke. Kortteliin kuuluu yli 350 asuntoa, päiväkotia, toimistotiloja sekä muun muassa konserttisali. Materiaalia on siis kerätty hyvinkin erilaisista, mutta varsin tyypillisistä rakennushankkeista.

Kaikissa hankkeissa toteutusmuotona on ollut niin kutsuttu Haahtela-malli, joka on kohdeyrityksen kehittämä versio projektinjohtopalvelu-toteutusmuodosta, jossa kohdeyritys on toiminut päätoteuttajana ja suorittanut hankintaa tilaajan nimissä. Käytössä on siis aitoja ja täysiä tarjouspyyntöaineistoja, joista materiaali kootaan.

Alla on esitetty perustiedot hankkeista, joista tiedot on kerätty. Gullkronan ja kauppakeskus i3 hankkeiden valmistumisvuodet ovat aikataulujen mukaiset arviot.

Taulukko 3 Hanketiedot

	Valmistumisvuosi	Rakennustyyppi	Sisältö
Kultainen hauki	2009	Senioriasuminen	46 huoneistoa kuntosali yhteinen olohuone
Gullkronan	2018	Senioriasuminen	81 asuntoa kahvila liiketiloja
Kvarteret Victoria	2017	Asuinkortteli	209 asuntoa päiväkotia teatteri, jne.
Omnia	2011	Oppilaitoksen laajennus	luokkia ruokala hyvinvointikeskus
Kauppakeskus i3	2019	Kauppakeskus	liiketiloja

7.2. Tiedon kerääminen

7.2.1. Raakatiedon kokoaminen hankkeista

Käytetty materiaali on kerätty Haahtelan PRIS projektipankista sekä Rakennuttamistieto ohjelmistosta, riippuen hankkeesta käytetystä ohjelmistosta. Materiaali on kerätty käymällä

läpi kaikki hankkeissa tutkimushetkellä toteutuneet tarjouspyynnöt ja keräämällä niistä liitteinä olleet suunnitteluasiakirjat ja muut tekniset asiakirjat taulukkoon.

Työ aloitettiin keräämällä kaikki tekniset hankinta-asiakirjat raakatietona, järjesteltynä hankkeittain ja hankinnoittain. Taulukkoon kerättiin ainoastaan tekniset asiakirjat, jotka vaihtelevat eri hankintojen välillä. Kaupalliset asiakirjat, kuten urakkasisällöt ja urakkasopimusluonnokset jätettiin pois tästä aineistosta. Syynä poisjättämiseen oli osaltaan näiden asiakirjojen kuulumattomuus suunnittelijoiden toimeksiantoihin ja toisaalta asiakirjojen toistuminen käytännössä jokaisessa hankinnassa.

Yksittäisten hankkeiden suunnitelmaluetteloiden lisäksi, koottiin myös kaikki eri hankkeissa kyseiseen hankintaan käytetyt asiakirjat yhteen suunnitelmaluetteloon. Yhdistetystä luettelosta nähdään koko kyseiseen hankintaan käytettyjen asiakirjojen kirjo. Yhdistetystä luettelossa on pyritty karsimaan täysin suunnitelmien kaksoiskappaleet pois, jotta luettelo pysyisi mahdollisimman selkeänä. Asiakirjat ovat tässä listauksessa, kuten myös yksittäisten hankkeiden luetteloissa, eroteltu suunnittelualan mukaan, jotta esimerkiksi arkkitehdin ja sähkösuunnittelijan laatimat pohjapiirustukset pystytään erottamaan toisistaan.

1	Kultainen Hauki	Gullkronan	Kvarteret Victoria 1
887	Ote rakennusluonnoksesta	ARK	
888		Rakennusluonnos	
889	ARK	Ulkovärisuunnitelma	
890	Julkisivut	Pohjapiirustukset kerroksista	
891	Pääleikkaukset	Asemapiirustus	
892	Pohjapiirustukset	Aulan lasijulkisivu, kaavio	
893	Ulkoseinädetaljit	Ikkunaliittymät	
894	Metalli-ikkuna- ja ulko-ovi-kaaviot	Ikkunoiden teräspinnakaiteet	
895	Metallisisäövet	Julkisivut	
896		Metallirakenteiset ikkunat, kaaviot	
897	SÄH	Sisäövien detaljit	
898	Savunpoiston periaatekaavio	Teräsrakenteiset sisäövet, periaatekaaviot	
899		Teräsrakenteiset ulko-övet, kaavio	
900		Ulkko-övien vedin detalji	
901		Teräsrakenteiset ulkkoövien luukut, kaaviot	
902		Ulkko-övidetaljit	
903		Leikkaukset, yhdyskäytävä	
904		Ovisyvennykset,	
905	Metalliovi- ja ikkunatyöt		
906			
907			
908			
909			
910			
911			
912			
913			
914			
915			
916			
917			
918			
919			
920			
921			
922			
923			
924			
925			

Kuva 9 Raakatieto

Omnia	Kauppakeskus i3	Yhdistettynä
Ote rakennustyöselosteesta	ARK	Ote rakennustyöselostuksesta
ARK	Rakennuslaskutus väriselostus sisävärit	
asemapiirustus	Rakennuslaskutus ulkoverhityssuunnitelma	ARK
Pohjapiirustukset P.-3.krs	Rakennuslaskutus rakennusosat yleistä	Rakennuslaskutus
Leikkaukset H, I, J, M	Rakennuslaskutus ulko-ovet	
Julkisivut	Rakennuslaskutus välit	Pohjapiirustukset kerroksista
Julkisivujen pysty- ja vaakadetailit	Pohjapiirustukset kerroksista	Asemapiirustus
Julkisivuleikkaukset	Leikkaukset B ja C	Leikkaukset
Metalli-ikkunakaaviot	Julkisivukaaviot PVP-elementit	Julkisivuleikkaukset
Metalliuulko-ovikaavio ja kynnysdetaili	Julkisivujen pystydetailit	Aulan lasijulkisivu, kaavio
Kattokuva ja räystäsdetaili	Julkisivujen vaakadetailit	Ikunaliittymät
Savunpoisto- ja kattoikkunat	Ovikaavio ja -luettelo metalliuulko-ovet	Ikunoiden teräspinnakaiteet
	Ovikaavio ja -luettelo metallisäövet	Ulkoseinädetailit
SÄH		Metallirakenteiset ikkunat, kaaviot
Savunpoistokärjestelmäkaavio		Sisäövien detailit
		Teräsrakenteiset sisäövet, periaatekaaviot
		Teräsrakenteiset ulko-ovet, kaavio
		Kynnysdetailit
		Uulko-övien vedin detaili
		Teräsrakenteiset ulkoseinien luukut, kaaviot
		Uulko-övidetailit
		Leikkaukset, yhdyskäytävä
		Övisyvennykset,
		Kattokuva ja räystäsdetaili
		Savunpoisto- ja kattoikkunat
		Rakennuslaskutus väriselostus sisävärit
		Rakennuslaskutus ulkoverhityssuunnitelma
		Rakennuslaskutus rakennusosat yleistä
		Rakennuslaskutus ulko-ovet
		Rakennuslaskutus välit
		Pohjapiirustukset kerroksista
		Julkisivukaaviot PVP-elementit
		Julkisivujen pystydetailit
		Julkisivujen vaakadetailit
		Ovikaavio ja -luettelo metalliuulko-ovet
		Ovikaavio ja -luettelo metallisäövet
		SÄH
		Savunpoistokärjestelmäkaavio

Kuva 10 Raakatieto

Kuvissa 10 ja 11 nähdään metalliovi ja -ikkunoiden hankinnoista koottu raakatiedon asiakirjaluettelo. Kuvista nähdään, että Kultaisen hauen, Gullkronan, Omnian ja i3 kauppakeskuksen hankkeissa oli tehty hankinta metalliovista ja -ikkunoista. Kuvasta selviää myös, että Kvarteret Victoriassa tällaista hankintaa ei ole tehty, vaan ikkunat ja ovet on hankittu osana jotakin muuta hankintaa ja ei siitä syystä ole mukana kuvan luetteloissa. Kuvan 11 oikeassa reunassa näkyy ”Yhdistettynä” sarakkeessa kaikki kyseiseen hankintaan eri hankkeissa käytetyt tekniset asiakirjat. Yhdistettynä-luettelosta on poistettu kaksoiskappaleet, eli täysin samat asiakirjat, joita on käytetty eri hankkeissa. Esimerkkinä arkkitehdin pohjapiirustukset, jotka ovat mukana jokaisessa hankinnassa, on mainittu vain kerran yhdistetyssä luettelossa. Luetteloon on kuitenkin jätetty nimeltään yhtenevät asiakirjat, jotka kuitenkin ovat tarkkuudeltaan, tai joiltain muilta osin, eritasoisia. Tällä tavoin eritasoisilla suunnitelmilla tapahtunut hankinta näkyy myös yhdistettynä-luettelossa. Ylläesitettyssä metalliovi- ja ikkunatyöt hankinnassa esimerkkinä tästä on erilaiset ja eritasoiset rakennuslaskutukset. Gullkronan listauksessa on merkitty ainoastaan rakennuslaskutus, Omniassa ja Kultaisessa hauessa on mainittu toimitettavaksi ote rakennuslaskutuksesta, kun taas Kauppakeskus i3:sen asiakirjaluettelossa on erikseen mainittu rakennuslaskutuksen hankintaan liittyvät kohdat. Vaikka kaikissa tapauksissa olennainen osa rakennuslaskutusta on sama, on asiakirjojen nimeämisessä suuri,

Vertailemalla hankkeiden asiakirjaluetteloja toisiinsa voidaan havaita yhtäläisyyksiä, esimerkiksi rakennuslaskutukset, pohjapiirustukset, leikkaukset ja detailit löytyvät kaikkien hankkeiden asiakirjaluetteloista. Nämä yhtäläisyydet luovat pohjan standardoitujen suunnitteluvaatimuksien tuottamiselle. Tutkimuksen tavoitteen ollessa luoda perusteita

standardoitujen suunnitelmaluetteloiden tuottamiselle, on näiden yhtäläisyyksien löytäminen ja kartoittaminen ensiarvoisen tärkeää.

Näistä asiakirjaluetteloista lähdettiin seuraavaksi jalostamaan lopullisia standardoituja asiakirjaluetteloita, joita voitaisiin hyödyntää yleisesti erilaisissa hankkeissa. Standardoinnissa lähtökohtana on kehittää hankinnalle asiakirjaluettelo, joka vastaa mahdollisimman hyvin yleisellä, mutta kattavalla, tasolla kyseiseen hankintaan tarvittavia asiakirjoja. Haasteena on saada luettelosta niin kattava, että sitä voidaan käyttää yleisenä standardina periaatteessa kaikkiin hankkeisiin, mutta tarpeeksi suppeana, että asiakirjaluettelo on vielä käyttökelpoinen. Liian tarkkaan kirjatut asiakirjat, joita esiintyy vain hyvin pienessä osassa hankkeita, ei ole tarkoituksenmukaista listata standardiin hankaloittamaan työkalun käyttöä. Tämän standardin olisi kuitenkin syytä pitää sisällään nämä harvemmin tarvittut asiakirjat, joskaan ei sillä tarkkuudella, kun ne tulevat hankinta-asiakirjoissa esille.

7.3. Tutkitut hankinnat

Tutkittaviksi hankinnoiksi valikoitui neljä erilaista hankintaa, metalliovi ja -ikkunatyöt, elementtitoimitus, pystykanavat sekä jäähdytyspalkit. Tutkittaviksi hankinnoiksi haluttiin normaaleiden rakenteiden lisäksi myös talotekniikkaa, jotta saataisiin kuva näiden varsin erilaisten järjestelmien erityisvaatimuksista. Metalliovet ja -ikkunat sekä elementit valikoituivat kuvaamaan rakenneosia niiden osaltaan niiden yleisyyden takia, jolla varmistetaan tarvittavan materiaalin löytyminen työkalun kehittämiseen. Elementtisuunnittelun ohjauksessa mainittiin olevan parantamisen varaa VISIO-haastatteluissa, mikä osaltaan vaikutti elementtitoimituksen valintaan tutkittavaksi hankinnaksi. Talotekniikasta valittiin jäähdytyspalkit kuvaamaan laitteen hankkimista ja pystykanavat kuvaamaan avoimen rakentamisen periaatteita noudattavaa kiinteän osan hankintaa. Hankinnat ovat siis hyvinkin erilaisia, jotta hyödynnetyn menetelmän toimivuus erilaisissa hankinnoissa saataisiin selville.

7.3.1. Metalliovi ja -ikkunatyöt

Metalliovista ja -ikkunoista saatiin kerättyä hankinta-aineisto neljästä hankkeesta. Hankinnasta saatiinkin varsin kattava ja yhdenmukainen kuva kyseiseen hankintaan tarvittavista suunnitelmista. Hankinnan raakatieto on nähtävissä kuvissa 10 ja 11. Kuvista nähdään, että hankintoihin on käytetty varsin samankaltaisia suunnitelmakokonaisuuksia.

Kaikissa hankkeissa suunnitelmiin sisältyy pohjapiirustukset, julkisivupiirustukset sekä -leikkaukset, ovi- ja ikkunakaaviot sekä tarvittavia detaljeja ja rakennusselostus.

Suunnitteluvaatimukset metallioville ja -ikkunoille kerättiin sekä sisä-, että runkoRYL:eistä riippuen oliko kyseessä sisä- vai ulko-ovet tai -ikkunat. Samalla päädyttiin erottelemaan ovet ja ikkunat toisistaan sekä myös näiden materiaalien mukaan. Päädyttiin siis kokonaisuuksiin, kuten metalliulko-ovet ja puuväliovet. Kyseisiin kokonaisuuksiin koottiin näiden tavallisesti tarvitsemat suunnitelmat sekä RYL:ien esittämät suunnitteluvaatimukset.

7.3.2. Elementtitoimitus

Elementtitoimituksesta löytyi aineisto kolmesta hankkeesta. Hankinta oli suoritettu Gullkronan, Kvarteret Victorian sekä Omnia hankkeissa. Elementtisuunnittelu mainittiin myös VISIO-haastatteluissa esimerkkinä suunnittelutoimeksiannosta, jossa on usein ongelmia suunnitelmien toimituksen kanssa (VISIO-haastattelut, Haahtela). Elementtitoimitus on myös hyvin yleinen hankinta rakennushankkeissa, mikä puolsi myös hankinnan valintaa tutkittavaksi.

Alla olevasta kuvasta 12 nähdään Elementtitoimitukseen kerätty raakatieto. Raakatiedosta voidaan nähdä kaikissa hankkeissa toistuvan elementeistä esitetyt piirustukset, kaaviot, luettelot sekä liitosdetaljit. Näistä muodostuu siis hankintaan vaadittavan suunnittelun pohja. Näiden suunnitelmien lisäksi hankintaa tarvitaan myös yleisempiä asiakirjoja, jotka on esitetty kuvassa 21.

	Gullkronan	Kvarteret Victoria 1	Omnia	Yhdistettynä
Elementtitoimitus	RAK	RAK	Julkisivujen elementtikaaviot	RAK
	Betonielementtien työselostus	Deltapalkkien liitosdetaljit	Sokkelikuorikaaviot	Deltapalkkien liitosdetaljit
	Rakennesuunnittelun lähtötiedot	Runkoelementtien liitosdetaljit	Porrashuoneiden seinien elementtikaavio	Runkoelementtien liitosdetaljit
	Elementtipiirustukset	Seinäelementtien liitosdetaljit	Hissin seinien elementtikaavio	Seinäelementtien liitosdetaljit
	Väliseinäelementtiluettelo	Perustukset, lohkoista	Jäykistävät ulkoseinät elementtikaavio	Perustukset, lohkoista
	Pilarielementtiluettelo	Alapohjan pystyrakenteet ja katto, lohkoista	Porrassyöskyjen elementtikaavio ja detaljit, periaate urakkaa varten	Alapohjan pystyrakenteet ja katto, kaaviot, lohkoista
	Palkkielementtiluettelo	Kerrosien pystyrakenteet ja katto, lohkoista	Portaan keskiseinäelementti, periaate urakkaa varten	Kerrosien pystyrakenteet ja katto, kaaviot, lohkoista
	Kuorielementtiluettelo	Jännebetonipalkit	Pohjakerroksen seinäelementti, periaate urakkaa varten	Jännebetonipalkit, kaavio
	Sisäkuorielementtiluettelo	Pilarit	Kuorielementti, periaate urakkaa varten	Pilarit, kaavio
	Parvekelaaelementtiluettelo	Elementtien tyyppileikkauksia	Porraselementti, periaate urakkaa varten	Elementtien tyyppileikkauksia
	Elementtidetaljit	Parvekekaavio e-porras	Jäykistävä seinäelementti, periaate urakkaa varten	Parvekekaavio e-porras
	Väliopohjaleikkaukset	Julkisivut	Seinäelementtien kiinnitysdetaljit, periaate urakkaa varten	Julkisivut
	Julkisivuelementtikaavio	Elementtikaaviot alapohja, lohkoista	Elementtiluettelo, periaate urakkaa varten	Elementtikaaviot alapohja, lohkoista
	Rakennetyypit	Elementtikaaviot katutaso, lohkoista	Pilarielementti, periaate urakkaa varten	Elementtikaaviot katutaso, lohkoista
	Mittapiirustukset	Elementtikaavio kerroksista, lohkoista		Elementtikaavio kerroksista, lohkoista
		Betonivalmisosarakenteiden työselostus		Betonivalmisosarakenteiden työselostus
		Elementtiluettelo, koko kohde, seinäelementit		Elementtiluettelo, koko kohde, seinäelementit
		Elementtiluettelo, koko kohde, tasolaatat		Elementtiluettelo, koko kohde, tasolaatat
		Elementtiluettelo, koko kohde, parvekkeet		Elementtiluettelo, koko kohde, parvekkeet
		Elementtiluettelo, koko kohde, elementtipilarit		Elementtiluettelo, koko kohde, elementtipilarit
		Elementtiluettelo, koko kohde, elementtiplakit		Elementtiluettelo, koko kohde, elementtiplakit
		Elementtiluettelo, koko kohde, ontelolaatat		Elementtiluettelo, koko kohde, ontelolaatat
		Elementtiluettelo, koko kohde, kuorilaatat		Elementtiluettelo, koko kohde, kuorilaatat
		Elementtiluettelo, koko kohde, deltapalkit		Elementtiluettelo, koko kohde, deltapalkit
		Pilariluettelo (varustelut)		Pilariluettelo (varustelut)
				Rakennesuunnittelun lähtökohdat
				Sisäkuorielementtiluettelo
				Julkisivujen elementtikaaviot
				Sokkelikuorikaaviot
				Porrashuoneiden seinien elementtikaavio
				Hissin seinien elementtikaavio
				Jäykistävät ulkoseinät elementtikaavio
				Porrassyöskyjen elementtikaavio ja detaljit, periaate urakkaa varten
				Portaan keskiseinäelementti, periaate urakkaa varten
				Pohjakerroksen seinäelementti, periaate urakkaa varten
				Kuorielementti, periaate urakkaa varten
				Porraselementti, periaate urakkaa varten
				Jäykistävä seinäelementti, periaate urakkaa varten
				Seinäelementtien kiinnitysdetaljit, periaate urakkaa varten
				Elementtiluettelo, periaate urakkaa varten
				Pilarielementti, periaate urakkaa varten

Kuva 11 Elementtitoimitus

Kuten ovien ja ikkunoiden tapauksessakin, myös elementeille kerättiin suunnitteluvaatimukset RYL:eistä. Ja kuten ovien ja ikkunoiden tapauksessa, myös elementeissä päädyttiin elementit jakamaan hankenimikkeistön mukaisiin osakokonaisuuksiin, kuten alapohjan elementteihin ja pilarielementteihin.

7.3.3. Pystykanavat

Talotekniikan hankinnoista tutkittaviksi valituista hankinnoista toiseksi valikoitui ilmanvaihdon pystykanavat. Valitsemiseen johti halu tutkia avoimen rakentamisen periaatteita noudattavaa kiinteän ja muuntuvaan osaan jaettua hankintaa. Ilmanvaihdon pystykanavat valittiin kuvaamaan tätä, koska i3 hankkeessa oli hankittu ilmanvaihto avoimen rakentamisen mukaisella jaolla.

Hankinta-asiakirjojen tutkimisessa noudatettiin samaa menetelmää kuin aiemmin esitetyissä hankinnoissa. Kyseisellä tavalla ositeltuja hankintoja oli tehty ainoastaan kauppakeskus i3 hankkeessa. Käytettävissä oli siis huomattavasti suppeampi aineisto kuin aiemmin esitetyissä hankinnoissa. Myös käytettyjä suunnitelmia olivat ainoastaan ilmanvaihdon pohjapiirustukset kerroksista (kuva 13).

	Kauppakeskus i3
Ilmanvaihtourakka 1	LVI
	Ilmanvaihtopohjapiirustukset, kerrokset ja vesikatto

Kuva 12 ilmanvaihtourakka

Myös suunnitteluvaatimusten selvittäminen RYL:istä osoittautui pulmalliseksi. Kun runko- ja sisäRYL:eissä on esitetty rakenteiden ja rakennusosien suunnitteluvaatimukset varsin yksiselitteisesti tateRYL:issä esitettynä kanavistoille standardit, joita kanavien tulee noudattaa (kuva 14). Varsinaisia suunnitteluvaatimuksia ei siis kanaville ollut saatavissa. Syynä tähän on kaikei kanavien valmisosa-luonteen ominaisuus. Kanavistojen koostuessa valmisosina tilattavista kanavoista ei itse kanaville ole varsinaisia suunnitteluohjeita. Kanavilta vaadittavat ominaisuudet määrittävät millaisia kanavia kohteessa käytetään. Tulos ei ollut odotetunlainen, mutta menetelmän kannalta hyvä. Menetelmän jatkokehityksessä, voidaan ottaa huomioon kyseisenlaisten osien erityispiirteet.

Koska TALO2000-järjestelmässä ei ole nimikkeistöjä TATE-osille ei TateRYL:ien otsikointi noudata TALO2000-järjestelmää. Tästä johtuen myöhemmin esiteltävässä työkalun liittämisessä järjestelmään ajaututaan lisätyöhön.

G33 Kanavistot ja kanaviston varusteet	
G3300.10 Kanavistojen ja kanavistovarusteiden perusvaatimukset	
	Kanavien ja kanavanosien mittojen on täytettävä standardien SFS-EN 1505, SFS-EN 1506, SFS 3281, SFS 3282, SFS 3541 ja SFS 5436 vaatimukset.
	Kanavien tiiviyn on täytettävä standardin SFS 4699 vaatimukset
	Kanavistojen tiiviys testataan standardin SFS 3542 mukaan.
	Kanaviston on täytettävä LVI-ohjekortissa LVI 05-10318 kanavien puhtaudelle ja puhdistettavuudelle asetetut vaatimukset rakennuskohteen asiakirjoissa määritetyn puhtausluokituksen mukaan
	Kanavat palon- ja lämmöneristetään osan G9 Eristys mukaan. Paloneristysten on täytettävä Suomen rakentamismääräyskokoelman osan E7 vaatimukset.
	Kanavien sisäpuolinen äänenvaimennus sekä kanavistoon liitettävät äänenvaimentimet tehdään luvun G3160 Äänenvaimentimet mukaan.

Kuva 13 Osa kanaville esitetyistä vaatimuksista

7.3.4. Jäähdytyspalkit

Toinen talotekniikkaa kuvaamaan valittu kokonaisuus oli jäähdytyspalkit. Jäähdytyspalkit valittiin kuvaamaan taloteknistä laitteistoa. Laitteet on hankkeissa hankittu osana muuta ilmanvaihtoa, joten käytettävä aineisto hankkeista on ilmanvaihdon hankinnoista. Ilmanvaihdon hankinta yhtenä kokonaisuutena löytyi kolmesta hankkeesta, Kultaisesta hauesta, Kvarteret Victoriasta sekä Omniasta. Kaksi ensimmäistä hanketta ovat asuinrakennuksia ja Omnia oppilaitos. Aineistot poikkeavat järjestelmistä esitetyiden suunnitelmien osalta varsin paljon. Kultaisen hauen hankkeessa on esitetty ilmanvaihdesta piirustus, kojeluettelo sekä toimintakaaviot tuloilmakoneista, poistoilmakoneista sekä kiertoilmakoneista. Omniassa taas jokaisesta laitteesta on esitetty toimintakaavio, -selostus sekä laiteluettelo. Suunnitelmaluetteloon koottiin ilmanvaihdon yleiset asiakirjat, kuten pohjapiirustukset sekä työselitys ja laitekohtaisiksi asiakirjoiksi valittiin Omniassa esitetyt toimintakaavio, -selostus, laiteluettelo sekä asennusdetaljit (kuva 15). Tällä tavoin suunnitelma-aineisto on kaikissa tapauksissa riittävä, ja sitä voidaan tarpeen mukaan karsia työkalun toimintaperiaatteenmukaisesti

Jäähdytyspalkit
<i>LVI 002</i>
LVI-asemapiirustus
<i>LVI 101</i>
LVI-työselitys
<i>LI 103</i>
IV-järjestelmät pohjapiirrokset
<i>LI 104</i>
Leikkauksia
<i>LI 2123</i>
Jäähdytyspalkki, toimintakaavio
Jäähdytyspalkki, toimintaselostus
Jäähdytyspalkki, laiteluettelo
Asennusdetaljit

Kuva 14 Jäähdytyspalkit

Suunnitelmavaatimuksia haettiin menetelmän mukaisesti TateRYL:istä. Jäähdytyspalkeille, toisin kuin kanaville, löytyi RYL:stä suunnitteluvaatimukset, joita voitiin hyödyntää työkalussa. Vaatimukset eivät tosin olleet yhtä selkeät, kuin elementtien sekä ovien ja ikkunoiden kohdalla. Jäähdytyspalkkien ollessa osa koko ilmanvaihdon järjestelmää esitetään jäähdytyspalkkien suunnitteluvaatimuksiksi myös koko järjestelmän vaatimuksia, jotka eivät suoranaisesti vaikuta jäähdytyspalkkien hankkimiseen. Vaatimuksia joudutaan siis vähintään joiltain osin karsimaan, jotta työkalu olisi mahdollisimman yksinkertainen käyttää. Kuvassa 16 on esitetty varsinaiset jäähdytyspalkkeihin kohdistetut suunnitteluvaatimukset, mutta muut esitetyt vaatimukset on tässä jätetty esittämättä.

G3436 Jäähdytyspalkit ja katot					
Asiakirjoissa ilmoitetaan kohdan <i>G3400.10 päätelaitteiden perusvaatimukset</i> tietojen lisäksi					
jäähdytysteho mitoittavaa ilmavirtaa käytettäessä					
jäähdytysveden lämpötilat ja patterin painehäviö					
lämmitysteho mitoittavaa ilmavirtaa käytettäessä					
lämmitysveden lämpötilat ja patterin painehäviö					
verhoilu, valaisinkannakointi, kaapelihyllyt yms. varusteet					
säätölaitteiden, -venttiilien ja -toimilaitteiden sijoitus, toiminta ja tyyppi					

Kuva 15 Jäähdytyspalkkien suunnitteluvaatimukset

7.4. Tiedon esittäminen

Tieto, joka tämän kehitystyön tuloksena olevasta työkalusta halutaan saada tulostettua, tulee saada esitettyä erittäin selvästi ja helppokäyttöisesti, jotta tällä työkalulla tavoiteltava väärinkäsitysten vähennys saadaan toteutettua. Tieto esitetään TALO2000 nimikkeistön mukaan luodussa asiakirjaluettelon muodossa. Tämä asiakirjaluettelon muoto on myös RT korttien mukainen¹. Työkalun esimuotoon on haluttu tuoda myös tutkimuksen aikana esiinnousseiden ongelmien ratkaisua helpottavia ominaisuuksia.

TALO2000-suunnitelmaluettelon ohjeiden mukaan luettelossa yksilöidään eri suunnittelualueiden piirustukset kaksikirjaimisilla osapuolitunnuksilla, jotka on esitetty kuvassa 18 sekä piirustukset numeroidaan TALO2000- järjestelmän mukaisilla tunnistetuilla rakennusosien tunnistamiseksi. Yleisiin asiakirjoihin, joihin ei voida niiden yleisen luonteen takia liittää minkään tietyn rakennusosan mukaista liitettä, liitetään oma, kuvan 17 mukainen numerotunniste, jolla tunnistetaan minkä tyyppin asiakirjoista on kyse.

Yleispiirustusten ja -kuvatiedostojen luokitustunnukset

Talo 2000 -nimikkeistön yleisselosteessa ei ole vahvistettua paikkaa rakennuksen yleispiirustuksille ja -kuvatiedostoille. Ne sijoitetaan suunnittelualoittain pääryhmän vapaa-kohtaan 0, esimerkiksi työpiirustukset kohtaan 10 Rakennusosat yleistä, ja pääpiirustukset kohtaan 0 Rakennushanke yleistä jne. Alajaotteluna on tässä RT-ohjekortissa käytetty seuraavaa:

0 Rakennushanke yleistä

- 001 Rakennuttamiseen liittyvät yleisasiakirjat
- 002 Alue- ja kaavapiirustukset (asemapiirustukset)
- 003 Pohjapiirustukset (pääpiirustukset) 1:100, 1:200
- 004 Leikkaukset (pääpiirustukset) 1:100, 1:200
- 005 Julkisivut (pääpiirustukset) 1:100, 1:200
- 006 Rakennuttajan teettämät tai luovuttamat asiakirjat
- 009 Havainnollistavat asiakirjat, piirustukset, perspektiivit, illustraatiot yms.

10 Rakennusosat yleistä

- 101 Rakentamiseen liittyvät yleisasiakirjat
- 102 Aluepiirustukset (pihapiirustukset)
- 103 Pohjapiirustukset (työpiirustukset) 1:50, 1:100
- 104 Leikkaukset (työpiirustukset) 1:50, 1:100
- 105 Julkisivut (työpiirustukset) 1:50, 1:100
- 109 Havainnollistavat piirustukset, perspektiivit, illustraatiot yms.

Kuva 16 RT 15-10956 luokitustunnukset

¹ RT 15-10956

Suunnittelualan kaksikirjaimiset osapuolitunnukset.

AR Arkkitehtisuunnittelija	KS Kaupunkisuunnittelija	PR Prosessisuunnittelija
GE Geosuunnittelija	KA Kaavoittaja	PT Paloturvasuunnittelija
RA Rakennesuunnittelija	LV LVI-vesi- ja viemärisuunnittelija	SJ Sähköjärjestelmien suunnittelija
RK Rakennuttaja	LI LVI-Ilmastointisuunnittelija	SH Sähkösuunnittelija
SI Sisustussuunnittelija	LJ LVI-Jäähdytysuunnittelija	UR Urakoitsija
TT Talotekniikkasuunnittelija	L LVI-Lämmityssuunnittelija	PU Pääurakoitsija
AK Akustiikkasuunnittelija	MA Maisema-arkkitehti	SU Sivu-urakoitsija
HA Hankesuunnittelija	ML Määrälaskija	AU Aliurakoitsija
HI Hissi- ja muu siirtolaitesuunnittelija	MS Maisemasuunnittelija	TV Turvasuunnittelija
EL Elementtisuunnittelija	MT Mittaaja	

Kuva 17 RT 15-10956 osapuolitunnukset

Näillä kahdella tunnuksistolla, sekä TALO2000 järjestelmän mukaisen rakennusosaluettelon avulla saadaan yksilöityä piirustuksien kohteet suoraan piirustuksen tunnuksesta. Esimerkiksi arkkitehdin työpiirustustasoiset pohjapiirustuksien tunnus alkaa AR 103 ja rakennesuunnittelijan alapohjien elementtikaavioiden tunnus alkaa RA 122.

TALO2000-nimikkeistön mukaan tehdyn piirustusluettelon etuna on myös se, että kaikkien pakettien suunnitelmat saadaan koottua helposti ja standardoidusti yhteen suunnitelmaluetteloon esimerkiksi suunnittelualoittain. Tämän kaltaisella luettelolla on helppo seurata suunnittelualan edistymistä. Suunnitelmien tunnukset saadaan noudattamaan säännönmukaista etukäteen päätettyä kaavaa, joka säilyy eri projektien välillä samana. Tutkimuksen raaka-aineiston keräämisen aikana tuli ilmi, että eri projekteissa ja eri suunnittelutoimistoissa käytettiin erilaista suunnitelmien nimeämisjärjestelmää. RT kortissa RT 15-10956 yleistä osiossa ohjeistetaan projektin alkuvaiheessa sopimaan suunnitelmien nimeämisestä yhteisen järjestelmän mukaisesti, jotta kaikki osapuolet pystyvät tunnistamaan suunnitelmien numeroinnista, mistä asiakirjoista on kyse. Tässä työkalussa päädyttiin TALO2000 järjestelmän mukaiseen luetteloon kahdesta syystä verrattuna muihin käytössä oleviin järjestelmiin. Kyseinen järjestelmä on Rakennustiedon RT-korttien mukainen, joten sen käyttöön löytyy ohje, joka on yleisesti saatavilla. Järjestelmä soveltuu myös erinomaisesti yhteen Haahtelan TAKU®-ohjelmiston kanssa, niiden noudattaessa samaa nimikkeistöä ja tiedon sitominen eri tuotanto-osiin on hyvin luontevaa. Lisäksi TALO2000 mukainen järjestelmä on tällä hetkellä jo yleisesti käytössä, joten suurella osalla toimijoista kyseinen järjestelmä ainoastaan tukee jo olemassa olevia menettelytapoja eikä ohjaa uuteen toimintatapaan, näin helpottaen käyttöönottoa.

Asiakirjaluettelon malli on esitetty alla kuvassa 19. Suunnitelmien nimet ja tunniste koodit esitetään asiakirjaluettelon muodossa, järjestettynä suunnittelualoittain sekä TALO2000 nimikkeistön koodien mukaan täydennettynä yllä mainituilla yleisten asiakirjojen koodeilla.

Metalli-ikkunat
Lajittelu TALO2000-piirustusluettelon mukaan
<i>AR 001</i>
Ote rakennustyöselostuksesta
Rakennushankkeen yleistiedot
Julkisivu
Ikkunat (metalli)
(Ulkoseinät)
Ulkovärisuunnitelma
<i>AR 102</i>
Asemapiirustus
<i>AR 103</i>
Pohjapiirustukset (kerrokset) 1:50, 1:100
<i>AR 105</i>
Julkisivut 1:50, 1:100
<i>AR 124</i>
Julkisivujen pystydetaljit
Julkisivujen vaakadetaljit
Julkisivuleikkaukset
<i>AR 1242</i>
Metalli-ikkunakaaviot
Metalli-ikkunadetaljit
Metalli-ikkunoihin liittyvät rakenteet (säleiköt, kaiteet tms.)
<i>AR 126</i>
Kattopiirustus (jos kattoikkunoita)
<i>AR 1232</i>
Räystäsdetaljit (jos kattoikkunoita tai ikkunaliittymiä)
<i>AR 1266</i>
Savunpoisto- ja kattoikkunat (kaaviot, detaljit ja leikkaukset)

Kuva 18 Metalli-ikkunat asiakirjaluettelo

Kuvassa 19 voidaan nähdä, työkalun tuottama TALO2000- järjestelmän mukainen suunnitelmaluettelon kyseisen rakennusosan hankintaan aiemmin käytetyistä suunnitelmista. Luotaessa hankintoja ja hankintapaketteja, voidaan näitä yksittäisten rakennusosien ja -järjestelmien suunnitelmaluetteloita yhdistää hankinnan laajuiseksi suunnitelmaluetteloksi. Esimerkin voi nähdä kuvasta 20, jossa metalli-ikkunat ja -ovet on yhdistetty yhdeksi hankinnaksi.

Metalli-ikkuna ja -ovihankinta
<i>AR 001</i>
Ote rakennustyöselostuksesta
Rakennushankkeen yleistiedot
Julkisivu
Ikkunat (metalli)
(Ulkoseinät)
Ulko-ovet (metalli)
Luukut (metalli)
Ulkovärisuunnitelma
<i>AR 102</i>
Asemapiiirustus
<i>AR 103</i>
Pohjapiirustukset (kerrokset) 1:50, 1:100
<i>AR 105</i>
Julkisivut 1:50, 1:100
<i>AR 124</i>
Julkisivujen pystydetaljit
Julkisivujen vaakadetaljit
Julkisivuleikkaukset
<i>AR 1242</i>
Metalli-ikkunakaaviot
Metalli-ikkunadetaljit
Metalli-ikkunoihin liittyvät rakenteet (säleiköt, kaiteet tms.)
<i>AR 1243</i>
Metalliulko-ovikaaviot
Metalliulko-ovet, kynnysdetalji
Metalliulko-ovien lukituskortit
Luukkukaaviot
<i>AR 126</i>
Kattopiiirustus (jos kattoikkunoita)
<i>AR 1262</i>
Räystäsdetaljit (jos kattoikkunoita tai ikkunaliittymiä)
<i>AR 1266</i>
Savunpoisto- ja kattoikkunat (kaaviot, detaljit ja leikkaukset)

Kuva 19 metalli-ikkuna ja -ovihankinta

Kahden erillisen rakennusosan hankintojen piirustusluettelot on yhdistetty yhdeksi yhteiseksi piirustusluetteloksi turhan toistamisen minimoimiseksi. Suunnitelmien luettelointi TALO 2000-järjestelmän mukaiseksi piirustusluetteloksi helpottaa yhdistetyn

suunnitelmaluettelon laatimista. Tunnuksiston avulla nähdään suoraan erot rakennusosa tasolla ja voidaan varmistua kaikkien osakokonaisuuksien mukana olemisesta. Esimerkkinä tästä, luotaessa uutta yhteistä piirustusluetteloa voidaan vain toisessa piirustusluettelossa olevat tunnuksat ja niiden sisältämät suunnitelmat suoraan tuoda luetteloon. Metallikkunahankinnassa esiintyvää tunnusta AR 1242 ei metalliovihankinnasta löydy, jolloin pystytään tämän tunnuksen sisältö suoraan tuomaan yhteiseen luetteloon, ilman ristiin vertailua. Sen sijaan molemmissa luetteloissa esiintyvän tunnuksen AR 001 joudutaan vertailemaan ristiin, jotta kaksoiskappaleet saadaan poistettua yhteisestä luettelosta. Vertailu on kuitenkin varsin helppoa kun kokonaisuus on pilkottu pieniin osiin, eikä vertailua tehdä suurien kokonaisuuksien välillä.

Suunnitelmaluettelon lisäksi työkalussa esitetään myös aikaisemmin esiintuodut suunnitteluvaatimukset. Suunnitteluvaatimukset esitetään RYL:in mukaisissa muodoissa ja sen mukaisissa kokonaisuuksissa. Kuten suunnitelmaluettelon kanssa, myös suunnitteluvaatimukset yhdistetään toisiinsa mikäli mahdollista. Esimerkiksi kun RYL vaatii esittämään kaikista elementeistä betonin ja teräksen lujuusluokat, ei näitä ilmoiteta moneen kertaan vaan kerätään kyseisen kokonaisuuden yhteisiin vaatimuksiin. Mikäli jossakin kokonaisuuteen kuuluvassa osassa on kuitenkin muita kuin kaikille yhteisiä vaatimuksia ilmoitetaan se kyseiselle osalle yksilöitynä. Esimerkiksi yläpohjista tulee ilmoittaa rakenteen korkeusasema toisin kuin esimerkiksi seinistä, ilmoitetaan tämä vaatimus yläpohjille yksilöitynä. Tällä tavoin ei vaadita ylimääräisiä suunnitteluvaatimuksia osilta, jotka eivät niitä tarvitse.

Myös RYL:it noudattavat pääosin TALO 2000-järjestelmän mukaista otsikointia. Näin ollen suunnitelmien ja suunnitteluvaatimusten liittäminen rakennusosien mukaan käy helposti saman nimikkeistön avulla.

Lisäksi työkaluun lisätään kohta lähtötietojen vaatimiselle. Tässä tutkimuksessa ei lähtötietoja ole rakennusosille ja järjestelmille selvitetty. Ongelmat lähtötietojen kanssa tulivat kuitenkin esille tutkimuksen aikana ja tutkija katsoi niiden selvittämisen mahdollisimman aikaisessa vaiheessa aiheelliseksi lisäksi työkaluun. Lähtötiedot kerätään mahdollisimman hyvissä ajoin, jotta niiden saatavuudesta voidaan varmistua. Lähtötietoja ryhdytään myös järjestelmällisesti keräämään lomakkeen avulla ja siirtämään tulevien hankkeiden saataville, jotta myös lähtötietojen keruu saadaan automatisoitua muun työkalun tiedon mukaisesti.

Seuraavaksi esitellään edeltävän kuvauksen mukainen suunnittelutiedon lomake. Lomakkeen hankintana on käytetty betonielementtien hankintaa. Esimerkkihankinnassa on käytetty kaikkia tutkimuksessa tutkittuja elementtejä, jotka ovat kaikki RunkoRYL:in esittämät betonielementit. Lomake on esitetty kokonaisuudessaan liitteenä 1. Tässä luvussa on esitetty osia lomakkeesta kuvaamaan esiteltyjä ominaisuuksia.

Lomakkeen alussa on esitetty kyseisen kokonaisuuden suunnitelmaluettelo. Suunnitelmaluettelo on aikaisemman kuvauksen mukainen TALO2000-järjestelmän asiakirjaluettelo. Asiakirjaluettelon lisäksi on lomakkeeseen lisätty sarakkeet, toimitetaan, toimitettu, toimittaja sekä huomioita. Sarakkeilla, toimitetaan ja toimitettu, on tarkoitus helpottaa vaadittavien suunnitelmien valmistumisen seuranta. Suunnittelijoilla on yksiselitteinen luettelo heiltä vaadittavista asiakirjoista, ja hankkeen johdolla on helppo

työkalu valmistuneiden asiakirjojen seurantaan. Toimittajan nimeämisellä pyritään sitouttamaan toimija toimeksiannon sovittuun mukaiseen suorittamiseen. Huomioita sarakkeeseen voidaan merkitä kyseiseen asiakirjaan liittyviä erityisvaatimuksia tai muita toimeksiantoon vaikuttavia huomioita. Kuvassa 21 on esitetty lomakkeen alku, jossa on hankinnan yleiset asiakirjat ja ensimmäisen elementtityypin yksilölliset asiakirjat esitettynä.

Elementtitoimituksen hankinta-asiakirjat				
Esimerkkiasiakirjat	Laaditaan	Tallennettu	Suunnittelija	Huomioita
<i>AR 103 Pohjapiirustukset</i>				
Pohjapiirustukset (kerrokset)				
<i>AR 105 Julkisivut</i>				
Julkisivut				
<i>RA 001 Rakennuttamiseen liittyvät yleisasiakirjat</i>				
Yleistä rakennushankkeesta				
Betonivalmisosarakenteiden työselostus				
<i>RA 104 Leikkaukset</i>				
Elementtien tyypileikkauksia				
<i>RA 121 Perustus</i>				
Perustukset				
elementtien liitosdetaljit				
<i>RA 122 Alapohja</i>				
Elementtiluettelo, alapohjaelementit				
Alapohjan elementtikaaviot				
Elementtien sijaintikaaviot				
Alapohjaelementtien elementtipiirustukset				
Alapohjaelementtien liitosdetaljit				

Kuva 20 Esimerkkilomake

Seuraavana lomakkeessa esitettävänä kohtana on RYL:eistä kerätty suunnitteluvaatimukset. Suunnitteluvaatimukset esitetään RYL:in esittämässä muodossa sillä erotuksella, että kaikkiin kokonaisuuden osiin kohdistuvat yhteiset vaatimukset esitetään yhdessä, jotta vältetään moneen kertaan asioiden esittämiseltä. Myös suunnitteluvaatimukseen on lisätty sarakkeita helpottamaan toteutumisen seuranta. Lisätyt sarakkeet ovat, esitetään, esitetty, missä esitetään ja huomiota. Esitetään ja esitetty vastaavat asiakirja luettelon toimitetaan ja toimitettu sarakkeita. Esitetään sarakkeeseen ruksitaan esitettäväksi halutut suunnitteluvaatimukset, ja jätetään ruksimatta, mikäli hankinta tehdään täydellisiä suunnitelmia vajaammilla suunnitelmissa. Tällä tavoin voidaan työkalua käyttää myös

esimerkiksi suoritta hankintoja alustavilla suunnitelmilla tai suunnitteluvaatimuksin. Seuraavissa kuvissa on esitetty tuloste lomakkeen suunnitteluvaatimukset esittävästä osasta, jossa voidaan nähdä tässä kappaleessa esitetyt ominaisuudet. Ensimmäisessä kuvassa on esitetty elementtien yhteisistä vaatimuksista esitetty luettelo ja toisessa alapohjaelementtien yksilöidyt lisävaatimukset.

Suunnitteluvaatimukset	Esitetään	Esitetty	Missä esitetty	Huomioita
Kaikista elementeistä esitetään				
Kantavasta betonirakenteesta				
Betonin ja teräksen lujuusluokka				
Rakenneluokka tai seuraamus- ja				
Mitta- ja asennustarkkuus				
Palonkestoluokka, betonin rasitusluokat ja suunniteltu käyttöikä				
Kantavan rakenteen tyyppi ja mitat				
Laattojen ja palkkien mitat, korkeusasema, palkkien särmien pyöristäminen tai viistäminen				
Reikien ja varausten sekä muotteihin ja raudoitukseen kiinnitettävien osien mitat ja				
Betonipintojen käsittelytapa ja laatuluokka				
Korroosionkestävästä metallista tehtävät osat ja metallilaji sekä muu mahdollinen korroosionsuojaus				
Betonoinnin yhteydessä kiinnitettävä lämmöneristys				
Liikunta- ja työsaumojen paikat ja sijainti				
Muottipinta sekä muottien saumojen ja siteiden sijoittelu näkyviin jääviin betonipintoihin				
Betonin ulkonäköön vaikuttavat ominaisuudet näkyviin jäävissä betonipinnoissa				
Elementtirakenteista esitetään lisäksi				
Elementtien mitat				
Alustan oikaisutapa (pintabetonointi tai tasoittaminen)				
Elementtien sallitut mittapoikkeamat (mitta- ja asennustarkkuusluokka)				
Elementtien kiinnitys				
Elementtien kiihtösten rakenne ja vähimmäistukipinnat				
Elementtien saumausaineiden ja -tarvikkeiden tyyppi ja laatu				
Elementin nostoelimet ja niiden sijainti				
Asennusaikaisten tukien kiinnitykset				
Asennusaikaisten kaiteiden ja työtasojen kiinnitykset				
Alustava asennustapa (-suunnitelma)				

Kuva 21 Suunnitteluvaatimukset yhteiset

1221 Alapohjalaatat				
Kantavasta betonirakenteesta				
Laatoille tulevat kuormat				
Maanvaraisen laatan alustan vaatimukset				
Raudoitus				
Liikuntasaumat				
Liittyminen muihin rakenteisiin				
Laatan pintahiertolattiamateriaalin mukaan				
Laatan kallistukset				
Pintabetonilaatan yksityiskohdat				
Lattian ruutujako betonoinnin tai pintabetonoinnin yhteydessä				
Betonointimenetelmä				
Betonoinnin yhteydessä kiinnitettävä kosteudeneristys				
Kutistumissaumojen rakenne ja sijainti				
Alapohjaelementtirakenteista esitetään lisäksi				
Alustan vaakasuoruus tai kaltevuus				
Muottipinta				
Vaakasuurassa betonoitavien elementtien yläpinnan käsittelytapa ja laatuvaatimukset				

Kuva 22 Suunnitteluvaatimukset alapohjaelementit

Viimeisenä esitetään toimeksiannon suorittamiseen tarvittavat lähtötiedot. Lähtötietoja ei tässä työssä ole selvitetty, mutta työkalun käytössä on tarkoitus kerätä suunnittelijoilta lähtötietovaatimukset, joiden avulla suunnittelu pystytään pitämään suunnitellussa aikataulussa. Lähtötiedot pyritään keräämään heti suunnittelutoimeksiannon alussa ja luetteloa päivitetään uusien tarpeiden paljastuttua. lähtötietotarve yksilöidään suunnittelualan mukaan lomakkeen taulukkoon ja sille asetetaan vastuutaho. Alla on esitetty elementtisuunnittelulle esimerkkilähtötietoja. Kuvassa on esitetty suunnitelma-asiakirjoja lähtötiedoiksi, mutta lähtötiedoiksi voidaan vaatia toki mitä tahansa tarvittavaa tietoa.

Esitietovaatimukset													
	AR	GE	RA	RK	SI	TT	AK	HA	HI	EL	KS	KA	
ARK pohjakuvat													
	Vastuutaho:												
ARK julkisivut													
	Vastuutaho:												
ARK leikkauskuvat													
	Vastuutaho:												
RAK elementtikaaviot (alustavat)													
	Vastuutaho:												
RAK tyyppilelementit													
	Vastuutaho:												
RAK pääliitostyyppit													
	Vastuutaho:												
Työselitykset													
	Vastuutaho:												
Asemapiirros													
	Vastuutaho:												
Kohteen määrätiedot													
	Vastuutaho:												

Kuva 23 Esitietovaatimukset

Työkalun on tarkoitus toimia pohjana palaverisopimiselle. Esitettynä on kaikki tehtävät mitä suoritteen valmiiksi saattamiseen lopulta tarvitaan ja niitä voidaan yhdessä ruksia pois tarpeen vaatiessa. Tässä yhteydessä käydään koko suorite läpi ja varmistetaan siitä että molemmat osapuolet ymmärtävät toisiaan. Kun koko tehtävä käydään yhdessä suunnittelijan kanssa läpi, pystytään esitietovaatimuksia lisäämään jo mahdollisimman aikaisessa vaiheessa.

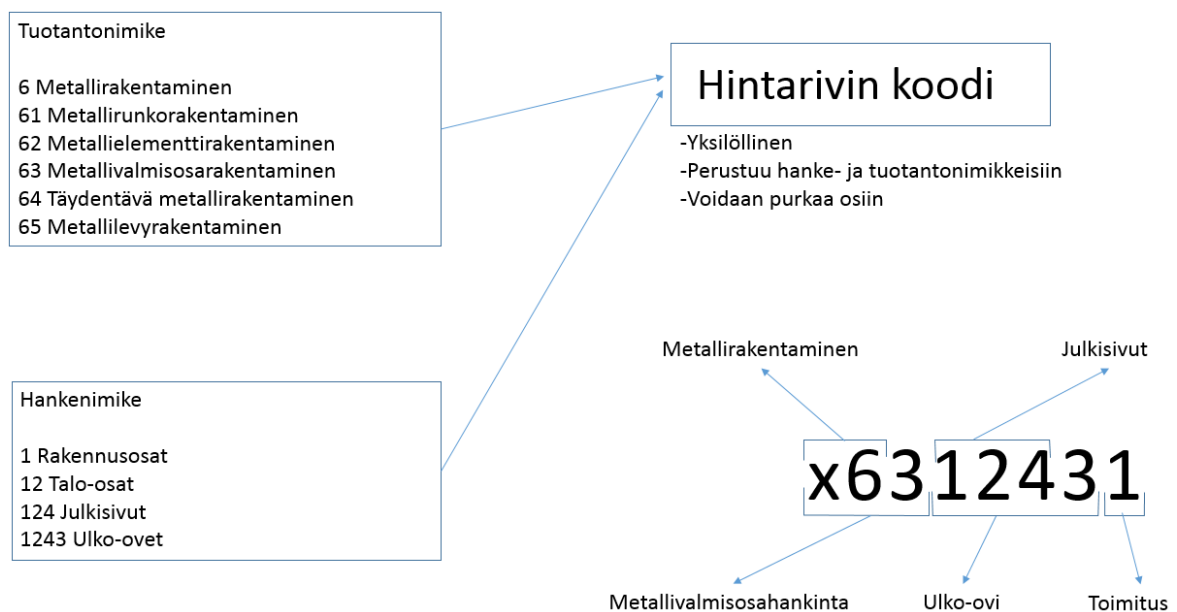
7.5. Ohjelmistoon yhdistäminen

Työkalua on tarkoitus käyttää osana tietokoneohjelmistoa, joka tuottaa kohteesta rakennusosa-arvion. Ohjelmiston osana työkalu tuottaisi rakennusosa-arvion mukaan hankkeella räätälöidyn suunnitelmaluettelon, joka sisältää pohjan hankkeeseen tarvittaville suunnitelmille sekä näissä suunnitelmissa esitettävät suunnittelutiedon. Tässä osuudessa esitetään tapa muodostaa linkki tutkimuksen aineiston ja ohjelmiston välille. Linkittämisen mallissa on huomioitu mahdollinen tarve siirtää rakennusosia hankintapaketeista toiseen, sekä eritellä rakennusosien sisällä toimitus ja asennustyöt toisistaan. Mallissa täytyy siis olla mahdollisuus linkittää rakennusosat suunnitelmiin ja suunnitelmavaatimuksiin.

Tässä tutkimuksessa esiteltävässä menetelmässä hyödynnetään TALO2000-nimikkeistöä. Käytettävän ohjelmiston tulee siis hyödyntää kyseistä nimikkeistöä rakennusosa-arviossa. Menetelmässä ohjelmisto antaa jokaiselle rakennusosan hintariville hanke- ja tuotantonimikkeistöä hyödyntävän koodin. Koodin muodostaminen metalliulko-ovien toimitukselle on kuvattu alla kuvassa 25. Koodi on määrämittainen, jotta sitä voidaan pilkkoa osiin, eri nimikkeistöjen lukemiseksi. Koodi alkaa kyseisen rakennusosan tuotantonimikkeistön mukaisella tunnuksella, seuraavana on hankenimikkeistön mukainen

tunnus ja lopuksi tunnus, josta voidaan erottaa onko kyseessä toimitus, asennus vai molemmat sisältävä hankinta. Tämä viimeinen tunnus, joka erottaa toimituksen ja asennuksen toisistaan halutaan menetelmään mukaan, jotta turhan suunnitteluaineiston lähettäminen minimoitaisiin. Kun koko menetelmän tavoitteena on yksilöidä tarpeellinen suunnitteluaineisto kuhunkin hankintaan, on tärkeää, ettei eri toimittajille toimiteta turhaa suunnitteluaineistoa.

Koodin määrämittaisuudella tarkoitetaan ominaisuutta, että esimerkiksi pisimpien tuotantonimikkeistön tunnuksien ollessa kolmenumeroisia, varataan tuotantonimikkeistölle kolme merkkiä koodista, kun taas hankenimikkeistölle vastaavasti neljä. Mikäli tunnus ei täytä sille varattua tilaa kokonaan, merkitään tunnuksen eteen merkki x. Tunnuksien merkintä koodiin tapahtuu niin, että esimerkiksi metallirakentamiseen viittaava numero kuusi on aina toisena merkinä oikealta katsoen, tuotantonimikkeistön mukaiselle tunnuksella varatuissa tilassa, ja pintarakentamiseen viittaava luku 10 on merkkipaikoilla kaksi ja kolme oikealta lukien. Tunnuksen tarkentava viimeinen numero on siis aina ensimmäisellä paikalla oikealta lukien. Tällä tavoin mahdollistetaan koodin koneellinen lukeminen pätkissä, jota hyödynnetään menetelmässä.



Kuva 24 Hintarivin koodi

Ohjelmiston antaessa kaikille sen hyödyntämille rakenneosille edellä kuvatun kaltaiset koodit, voidaan jokainen rakennusosa yksilöidä sen koodin mukaan oikeaan hanke- ja tuotantonimikkeeseen sekä erotella toimitus ja asennus toisistaan tarvittaessa.

Tämän ominaisuuden avulla voidaan suunnitelmat ja suunnitteluvaatimukset yksilöidä hanke- ja tuotantonimikkeistöjen mukaisiin kokonaisuuksiin ja eri tasoille, eikä tuhansille eri rakennusosille ja näiden hintariveille. Näin säästytään listaamasta yleisen tason suunnitelmia jokaiseen rakennusosaan erikseen. Esimerkiksi erittäin useaan hankintaan liitettävät pohjakuvat voidaan liittää jo rakennusosatasolle, josta ne päätyvät kaikkien

rakennusosien hankintaan mukaan. Näin tieto voidaan pitää yhdessä paikassa, josta se aina noudetaan koodien avulla paketteihin.

Tällä tavoin vältetään jokaiseen rakennusosaan suunnittelutiedon kytkeminen, mutta säilytetään rakennusosien siirtely hankinnoista toiseen. Myös suunnittelutiedon ylläpito helpottuu, kun päivitetty tieto voidaan päivittää ainoastaan tietopankissa, eikä jokaisessa rakennusosassa erikseen. Menetelmällä mahdollistetaan kahdenlaisten suunnittelupakettien luominen. Voidaan luoda paketit automaattisesti ennalta määrätyille standardipaketeille, mutta mikäli havaitaan tarve siirtää rakennusosia paketeista toisiin, kulkeutuu suunnitelmat näiden osien mukana. Ei siis linkitetä suunnitelmia näihin standardipaketteihin, muttei myöskään toisteta tarpeettomasti samoja suunnitelmia joka osassa.

8. Pohdinta, johtopäätökset ja suositukset

Diplomityössä oli tarkoituksena luoda menetelmä standardoitujen suunnittelupakettien luomiselle, ennen suunnittelun aloittamista. Menetelmän tarkoituksena on luoda suunnittelun ohjauksen käyttöön työkalu, jonka avulla voidaan helpottaa erityisesti hankintaa palvelevaa suunnittelua. Kohdeyrityksen käyttäessä hankinnoissa pääasiassa toteutussuunnitelmia, käytettiin toteutussuunnitelmatasoa myös työkalun kehityksessä suunnitelmien tasona. Työkalun kehityksessä luotiin aluksi teoreettinen menetelmä, jonka perusteella luotiin case hankkeiden avulla esimerkkipaketteja neljästä erilaisesta rakennusosasta tai rakennusosatyyppistä. Esimerkkeiksi valittiin ovet ja ikkunat, betonielementit, jäähdytyspalkit sekä pystykanavat. Esimerkkien valinnassa pyrittiin saamaan esille monipuolisesti erilaisia rakennusosia.

Teorian pohjalta saatiin case-hankkeiden avulla luotua esimerkkipaketit kaikista valikoiduista hankinoista. Elementti- sekä ovi- ja ikkunahankinnoille saatiin luotua täysin teoriaa vastaavat kokonaisuudet. Näille saatiin esitettyä useasta hankkeesta kootuista aineistoista kattavat suunnitelmaluettelot, joissa pystyttiin varsin tyhjentävästi esittämään kyseisten rakennusosien hankintaan käytetyt suunnitelmat. Näille hankinnoille saatiin myös RYL:eistä kerättyä varsin yksiselitteisesti kattavat suunnitteluvaatimukset. TATE-hankinnoiksi valikoituneissa jäähdytyspalkki- ja pystykanavahankinnoissa tulokset eivät olleet aivan yhtä hyviä. Jäähdytyspalkkien kohdalla suunnitelmat saatiin koottua varsin suuren lähdeaineiston perusteella. Suunnitteluvaatimuksien esityksessä ei kuitenkaan päästy yhtä yksiselitteisiin vaatimuksiin, kuin rakennusosien vaatimuksien esityksessä. Syynä tähän on talotekniikan ominaispiirteenä oleva, eri osien toimiminen vahvasti osana järjestelmää. Järjestelmän osana toimiminen aiheuttaa suunnitteluratkaisujen vahvan riippuvuuden muihin järjestelmän osiin, ja tätä kautta yksittäisen osan hankkiminen täysin itsenäisenä osana ei ole mahdollista. Riippuvuuksia eri rakennusosien välillä esiintyy toki myös betonielementeissä ja muissa rakenteellisissa osissa, mutta niiden suunnitteluvaatimukset on RYL:eissä onnistuttu esittämään yksiselitteisemmin. Viimeisenä, pystykanavien suunnitteluvaatimuksien keräämisessä RYL:eistä ei varsinaisesti onnistuttu. RYL:issä esitettiin vaatimukset sille mitä ohjeita ja määräyksiä kanavien tulee noudattaa, muttei varsinaisia suunnitteluvaatimuksia kuten muissa tutkituissa kokonaisuuksissa. Pystykanavien hankintaan käytetty suunnitelma-aineisto oli myös kaikkein suppein tutkituista kokonaisuuksista. Käytetyn aineiston yksityiskohtaisimmat piirustukset olivat ilmanvaihdon pohjapiirustuksia. Syynä tähän on kaikei kanavien oleminen yleisesti standardiosia, joista kootaan toimivat kanavistot. Näin ollen itse kanavia ei suunnittelijan tarvitse kanavan valinnan lisäksi varsinaisesti suunnitella, vaan hankinnan suorittamiseen riittäisi esimerkiksi määräluettelot.

Kehitetty järjestelmä toimi siis varsin hyvin. Järjestelmä toimi rakenneosien kanssa suunnitellusti ja myös TATE-osien kanssa, vaikkakin hieman odotetusta poikkeavasti. Rakenneosilla menetelmä toimi siis odotetun mukaisesti. Suunnitelmaluettelot saatiin koottua varsin kattavasta raaka-aineistosta, joten luettelot odotettavasti myös edustavat varsin hyvin vaadittavia suunnitelmia. Myös suunnitteluvaatimukset saatiin koottua rakennusosille RYL:eistä odotusten mukaisesti. TATE-osien kanssa saatiin yllättävämpiä tuloksia. Menetelmä saatiin toimimaan myös TATE-osien kanssa, mutta ei täysin tutkijan odotusten mukaisesti. Menetelmän luonnissa oli oletus, että kaikille osille tuotetaan yksityiskohtainen suunnitelmaluettelo sekä suunnitteluvaatimukset. Pystykanavien

tapauksessa päädyttiin tilanteeseen, että kyseessä on niin yksinkertainen osa, ettei itse kanavien suunnitteluun ole esitetty suunnitteluvaatimuksia TateRYL:issä. Itse kanavien suunnittelu tapahtuu tavarantoimittajien puolesta, eikä hankkeen suunnittelijoiden tarvitse siihen kanavien koon lisäksi puuttua. Näin ollen kanavista ei myöskään ollut tuotettu yksityiskohtaisia suunnitelmia ja ainoat hankintaan käytetyt suunnitelmat olivat ilmanvaihdon pohjakuvat. Mikäli kyseessä olisi pelkkä tavarantoimitus, olisi hankinta mahdollista suorittaa pelkillä määräluetteloilla.

Toinen TATE-osiin liittyvä erityispiirre on osien toiminta järjestelmän osina. TATE-osien suunnittelussa tulee huomattavasti suuremmaksi osaksi laitteistojen toiminnan varmistaminen ja eri järjestelmien yhteensovittaminen. Kun esimerkiksi tarkastellaan ulko-oven hankintaa ulkoseinän osana verrattuna jäähdytyspalkin hankintaa ilmanvaihdon-osana on ulko-oven lähtötiedot huomattavasti yksinkertaisemmat. Näin ollen tulee jatkossa perehtyä tarkemmin tähän TATE-osien erityispiirteeseen, jotta menetelmä saadaan toimimaan luotettavasti myös TATE-osien kanssa. Tutkimuksessa saatiin myös selville tulevia kehityskohteita varsin hyvin.

Menetelmää esitettiin tutkimuksen aikana kohdeyrityksen sisällä suunnittelunohjauksen ohjausryhmälle. Esityksessä käytiin läpi mitä suunnitelmia paketteihin ollaan tuomassa, miten suunnitteluvaatimukset tuotetaan lopullista esitystapaa. Menetelmään oltiin yleisesti varsin tyytyväisiä ja sitä pidettiin kehityskelpoisena. Esittelyn jälkeen tutkija pyysi lyhyen kirjallisen palautteen ohjausryhmän jäseneltä. Palautteessa diplomityön onnistumisiin luettiin:

- Työssä koottu hankintasuunnitelma-aineisto on kattava.
- Diplomityössä testatut hankintapakettien ”kääntö” suunnitelmapaketeiksi otettiin kiinnostuksella vastaan.
- Periaate suunnitelmasisällön ja hankintasuunnitelmien listauksen välillä täydentää hankintasuunnittelun ohjausta uudella tavalla.

Jatkokehittämiskohteiksi mainittiin:

- Diplomityöhön valitut hankintapaketit kattavat vain pienen osan projektien hankinnoista. Hankintasuunnitelma-aineistoa on jalostettava ja jatkettava suunnitelmasisältöjen kokoamista hankintapaketeille.
- Jatkokehittämisen tavoitteena on koota projektin hankinnat kattava suunnitelmien sisällön listaus sekä esimerkit hankintojen piirustusluetteloista.
- Kehitystyö TAKU®:n hankintapakettien konvertoimisesta suunnittelu (ja suunnitelma-) paketeiksi jatkuu diplomityön pohjalta.

Menetelmän edelleen kehittämiseen on siis edellytykset. Tutkimuksen aikana koottiin raakamateriaali yli sadasta hankinnasta, joiden muokkaaminen lopullisiksi suunnitelma luetteloiksi täytyy tehdä. Mikäli raakamateriaalista lopullisiksi suunnitelmaluetteloiksi muokkauksen tekee ammattitaitoinen henkilö, joka on tehnyt ja ohjannut kyseisiä hankintoja, tulisi lopputuloksesta varsin kattava ja todenmukainen. Osa kootuista hankinnoista on hyvin pieniä ja yksinkertaisia ja osa, varsinkin taloteknisten järjestelmien suuret hankinnat, ovat varsin suuria ja vaativat alan erityisosaamista, oikeiden asioiden poimimiseen.

Suunnitteluvaatimusten liittäminen suunnitelmaluetteloihin on rakennusosien kohdalla varsin yksinkertaista. Tutkimuksessa läpikäytyjen hankintojen suunnitteluvaatimukset saatiin suoraan RYL:eistä. Pakettien sisällä tosin tulisi poistaa vaatimusten kaksoiskappaleet, jotta vaatimusten lukeminen olisi mahdollisimman helppoa. TATE-osien kohdalla tarvitaan suurempaa ymmärrystä laitteistoista, jotta paketteihin osataan poimia oikeat asiat.

Jatkokehityksessä tulisi siis tutkia erityisesti TATE-osien ja -järjestelmien standardoinnin mahdollisuuksia. Tutkimuksessa päästiin lupaaviin tuloksiin, mutta järjestelmien moninaisuuden takia olisi suositeltavaa jatkaa tätä tutkimusta, jotta muut mahdolliset ongelmat saadaan ratkaistua. Mikäli tutkimuksessa kehitettyä menetelmää suunnitteluaineiston liittämiseksi tietokoneohjelmistoon halutaan käyttää, tulee TALO2000-järjestelmän jatkoksi kehittää samaa logiikka seuraava nimikkeistö myös TATE-osille.

9. Lähdeluettelo

Al Hattab, Malak, and Farook Hamzeh. "Modeling design workflow: Integrating process and organization." Proc., 24th Annual Conf. of the Int. Group for Lean Construction, Boston. 2016.

Alshawhi, Ingirige, Web-enabled project management: an emerging paradigm in construction, Automation in Construction Volume 12, Issue 4, July 2003, Pages 349-364

Austin, Simon, Andrew Baldwin, and Andrew Newton. "Manipulating the flow of design information to improve the programming of building design." *Construction management and economics* 12.5 (1994): 445-455.

Avnet, Mark S., and Annalisa L. Weigel. "An application of the design structure matrix to integrated concurrent engineering." *Acta Astronautica* 66.5 (2010): 937-949.

Ballard, Glenn. "Can pull techniques be used in design management?." CIB REPORT (1999): 149-160.

Ballard, Glenn. "Positive vs negative iteration in design." Proceedings Eighth Annual Conference of the International Group for Lean Construction, IGLC-6, Brighton, UK. 2000.

Ballard, Herman Glenn. The last planner system of production control. Diss. University of Birmingham, 2000.

Ballard, Glenn, and Gregory Howell. "An update on last planner." Proc. 11 th Ann. Conf. of the Int'l. Group for Lean Constr. 2003.

Ballard, Glenn, and Lauri Koskela. "On the agenda of design management research." *Proceedings IGLC*. Vol. 98. 1998.

Bower, Denise, ed. *Management of procurement*. Thomas Telford, 2003.

Cornick, Tim. *Quality management for building design*. Butterworth-Heinemann, 1991.

Fine, Charles H., Boaz Golany, and Hussein Naseraldin. "Modeling tradeoffs in three-dimensional concurrent engineering: a goal programming approach." *Journal of Operations Management* 23.3 (2005): 389-403.

Hamzeh, Farook R., Glenn Ballard, and Iris D. Tommelein. "Is the Last Planner System applicable to design?—A case study." Proceedings of the 17th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, IGLC. Vol. 17. 2009

Han, Sangwon, Peter Love, and Feniosky Peña-Mora. "A system dynamics model for assessing the impacts of design errors in construction projects." *Mathematical and Computer Modelling* 57.9 (2013): 2044-2053.

Hilpi, Janne, and Jarkko Kananen. "Design structure matrix ja sen hyödyntäminen ohjelmistotuotannossa." Kandidaatintyö, (2015).

Kalsaas, Bo Terje. "The last planner system style of planning: its basis in learning theory." *Journal of Engineering, Project, and Production Management* 2.2 (2012): 88.

Karhu, Rakennussuunnittelun ohjauksen kehittäminen talonrakennusyrityksen kannalta, Diplomityö, 2013

Kruus, Matti. SUKE: Suunnittelun ohjausta tukevien menettelyjen kehittäminen projektinjohtorakentamisessa. Rakennustieto, 2008.

Koskela, Lauri, Glenn Ballard, and Veli-Pekka Tanhuanpää. "Towards lean design management." *Proceedings of the 5 th annual conference of the International Group for Lean Construction*. 1997.

Koskela, Lauri, and Greg Howell. "The theory of project management: Explanation to novel methods." *Proceedings IGLC*. Vol. 10. 2002.

Koskela, L. J., and Gregory Howell. "The underlying theory of project management is obsolete." *Proceedings of the PMI Research Conference*. PMI, 2002.

Koskela, Lauri, Pekka Huovila, and Jarkko Leinonen. "Design management in building construction: from theory to practice." *Journal of construction research* 3.01 (2002): 1-16.

Kustannustieto-ohjelman käyttöohje, 2016

Lee, SangHyun, Feniosky Peña-Mora, and Moonseo Park. "Quality and change management model for large scale concurrent design and construction projects." *Journal of Construction Engineering and Management* 131.8 (2005): 890-902.

Lee, SangHyun, Feniosky Peña-Mora, and Moonseo Park. "Quality and change management framework for concurrent design and construction." *Construction Research Congress: Wind of Change: Integration and Innovation*. 2003.

Lopez, Robert, et al. "Design error classification, causation, and prevention in construction engineering." *Journal of performance of constructed facilities* 24.4 (2010): 399-408.

Love, Peter ED, and David J. Edwards. "Forensic project management: The underlying causes of rework in construction projects." *Civil Engineering and Environmental Systems* 21.3 (2004): 207-228.

Oppenheim, Bohdan W. *Lean for systems engineering with lean enablers for systems engineering*. Vol. 82. John Wiley & Sons, 2011.

Oy, Haahtela-Kehitys. "Talonrakennuksen kustannustieto 2015." Tammerprint oy, Tampere (2015).

Pelin, Risto. *Projektihallinnan käsikirja*. Projektijohtaminen oy Risto Pelin, 1996.

Reason, James. *Human error*. Cambridge university press, 1990.

Rounce, Geoff. "Quality, waste and cost considerations in architectural building design management." *International Journal of Project Management* 16.2 (1998): 123-127.

RT 10-11226, Talonrakennushankkeen kulku. Talonrakennushankkeen osapuolet, 2016, Rakennustieto Oy,

RT 10-11222 Talonrakennushankkeen kulku. Rakennushankkeen osapuolet, 2016

RT 10-11107, Hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtäväluettelo, HJR12, 2013

RT 13-10860 Suunnittelun johtaminen rakennushankkeessa, 2005

RT 13-10845 Projektinjohtopalvelusopimuksen laatiminen, talonrakennustyö, 2005

RT 16-10182, Rakennusalan urakkakilpailun periaatteet, 1982

RT 10-11225, Talonrakennushankkeen kulku, Rakennushankkeen kesto ja aikataulut, 2016

RT 10-11224, Talonrakennushankkeen kulku, Rakennushankkeen kulku ja osittelu, 2016

RT 10-11105, Tehtäväluettelot. Käyttöohje KO12, 2013

RT 15-10956, Piirustus- ja asiakirjaluettelo, Talo 2000, 2009

Ruparathna, Rajeev, and Kasun Hewage. "Review of contemporary construction procurement practices." *Journal of management in engineering* 31.3 (2013): 04014038.

Salunkhe, Ashwini Arun, and Rahul S. Patil. "Effect of construction delays on project time overrun: Indian scenario." *International journal of research in engineering and technology* 3.01 (2014): 543-547.

Sebastian, Rizal. "Changing roles of the clients, architects and contractors through BIM." *Engineering, Construction and Architectural Management* 18.2 (2011): 176-187.

Shouke, Chen, Wei Zhuobin, and Li Jie. "Comprehensive evaluation for construction performance in concurrent engineering environment." *International Journal of Project Management* 28.7 (2010): 708-718.

Sverlinger, Per-Olof. "Organisatorisk samordning vid projektering [Organizational Coordination in the Design Phase]." (1996).

Koskela, Lauri, Anssi Koskenvesa, Last Planner -tuotannonohjaus rakennustyömaalla, VTT tiedotteita 2197, 2003

Yang, Jyh-Bin, and Pei-Rei Wei. "Causes of delay in the planning and design phases for construction projects." *Journal of Architectural Engineering* 16.2 (2010): 80-83.

Yassine, Ali, and Dan Braha. "Complex concurrent engineering and the design structure matrix method." *Concurrent Engineering* 11.3 (2003): 165-176.

Kiljunen, Eero, Toimitusjohtaja, Haahtela-rakennuttaminen Oy, Haastattelu, 16.1.2017, haastattelija Jaakko Holopainen, muistiinpanot kirjoittajan hallussa.

Luodemäki, Reima, Tiimin vetäjä, Haahtela-rakennuttaminen Oy, Haastattelu, 19.1.2017, haastattelija Jaakko Holopainen, muistiinpanot kirjoittajan hallussa.

Jalava, Juhani, Tiiminvetäjä, Haahtela-rakennuttaminen Oy, Haastattelu, 16.1.2017, haastattelija Jaakko Holopainen, muistiinpanot kirjoittajan hallussa.

10. Liitteet

Liite 1.

Elementtitoimitus			
	Toimitetaan	Toimitettu	
Esimerkkiasiakirjat			Toimittaja Huomioita
<i>AR 103 Pohjapiirustukset</i>			
Pohjapiirustukset (kerrokset)			
<i>AR 105 Julkisivut</i>			
Julkisivut			
<i>RA 001 Rakennuttamiseen liittyvät yleisasiakirjat</i>			
Yleistä rakennushankkeesta			
Betonivalmisosarakenteiden työselostus			
<i>RA 104 Leikkaukset</i>			
Elementtien tyypileikkauksia			
<i>RA 121 Perustus</i>			
Perustukset			
elementtien liitosdetaljit			
<i>RA 122 Alapohja</i>			
Elementtiluettelo, alapohjaelementit			
Alapohjan elementtikaaviot			
Elementtien sijaintikaaviot			
Alapohjaelementtien liitosdetaljit			
Alapohjaelementtien elementtipiirustukset			
<i>RA 123 Laatta</i>			
Elementtiluettelo, kuorilaatat			
Elementtiluettelo, ontelolaatat			
Elementtien sijaintikaaviot			
Kuorilaattojen elementtipiirustukset			
Ontelolaattojen elementtipiirustukset			
Kuorilaattojen liitosdetaljit			
Ontelolaattojen liitosdetaljit			
<i>RA 124 Seinä</i>			
Elementtiluettelo, seinäelementit			
Elementtien sijaintikaaviot			
Seinäelementtien elementtipiirustukset			
Seinäelementtien liitosdetaljit			
<i>RA 125 Pilari</i>			
Elementtiluettelo, elementtipilarit			
Elementtien sijaintikaaviot			
Pilari-elementtien elementtipiirustukset			

[illegible]

RA 126 Palkki

Elementtiluettelo, elementtipalkit

Elementtiluettelo, deltapalkit

Elementtien sijaintikaaviot

Palkkielementtien elementtipiirustukset

Palkkielementtien liitosdetaljit

RA 1272 Porras, Lepotasot

Elementtiluettelo tasolaatat

Elementtien sijaintikaaviot

Tasolaattojen elementtipiirustukset

Tasolaattojen liitosdetaljit

RA 1311 Ulkoseinärakenne

Elementtiluettelo, kuorielementit

Elementtiluettelo, sisäkuorielementit

Kuorielementtien elementtipiirustukset

Kuorielementtien liitosdetaljit

RA 1351 Ulkotasorakenne

Parvekekaavio

Elementtiluettelo, parvekkeet

Parveke-elementtien elementtipiirustukset

Parveke-elementtien liitosdetaljit

Suunnitteluvaatimukset	Esitetään	Esitetty	Missä esitetty	Huomioita
Kaikista elementeistä esitetään				
Kantavasta betonirakenteesta				
Betonin ja teräksen lujuusluokka				
Rakenneluokka tai seuraamus- ja toteutusluokka				
Mitta- ja asennustarkkuus				
Palonkestoluokka, betonin rasitusluokat ja suunniteltu käyttöikä				
Kantavan rakenteen tyyppi ja mitat				
Laattojen ja palkkien mitat, korkeusasema, palkkien särmien pyöristäminen tai viistäminen				
Reikien ja varausten sekä muotteihin ja raudoitukseen kiinnitettävien osien mitat ja sijainti				
Betonipintojen käsittelytapa ja laatuluokka				
Korroosionkestävästä metallista tehtävät osat ja metallilaji sekä muu mahdollinen korroosionsuojaus				
Betonoinnin yhteydessä kiinnitettävä lämmöneristys				
Liikunta- ja työsaumojen paikat ja sijainti				
Muottipinta sekä muottien saumojen ja siteiden sijoittelu näkyviin jääviin betonipintoihin				
Betonin ulkonäköön vaikuttavat ominaisuudet näkyviin jäävissä betonipinnoissa				
Elementtirakenteista esitetään lisäksi				
Elementtien mitat				
Alustan oikaisutapa (pintabetonointi tai tasoittaminen)				
Elementtien sallitut mittapoikkeamat (mitta- ja asennustarkkuusluokka)				
Elementtien kiinnitys				
Elementtien kliitosten rakenne ja vähimmäistukipinnat				
Elementtien saumasaineiden ja -tarvikkeiden tyyppi ja laatu				
Elementin nostoelimet ja niiden sijainti				
Asennusaikaisten tukien kiinnitykset				
Asennusaikaisten kaiteiden ja työtasojen kiinnitykset				
Alustava asennustapa (-suunnitelma)				
Näiden lisäksi esitetään				
1221 Alapohjalaatat				
Kantavasta betonirakenteesta				
Laatoille tulevat kuormat				

Maanvaraisen laatan alustan vaatimukset				
Raudoitus				
Liikuntasaumat				
Liittyminen muihin rakenteisiin				
Laatan pintahiertolattiamateriaalin mukaan				
Laatan kallistukset				
Pintabetonilaatan yksityiskohdat				
Lattian ruutujako betonoinnin tai pintabetonoinnin yhteydessä				
Betonointimenetelmä				
Betonoinnin yhteydessä kiinnitettävä kosteudeneristys				
Kutistumissaumojen rakenne ja sijainti				
Alapohjaelementtirakenteista esitetään lisäksi				
Alustan vaakasuoruus tai kaltevuus				
Muottipinta				
Vaakasuorassa betonoitavien elementtien yläpinnan käsittelytapa ja laatuvaatimukset				
1232 Kantavat seinät				
Kantavasta betonirakenteesta				
Toleranssiluokka				
Elementtirungosta esitetään lisäksi				
Vaakasuorassa betonoitavien elementtien yläpinnan käsittelytapa ja laatuvaatimukset				
Liitokset ja saumat liikuntasaumojen kohdalla				
1233 Pilarit				
Pilariementtirakenteesta esitetään lisäksi				
Alustan vaakasuoruus tai kaltevuus				
Vaakasuorassa betonoitavien elementtien yläpinnan käsittelytapa ja laatuvaatimukset				
Liitokset ja saumat liikuntasaumojen kohdalla				
1234 Palkit				
Palkkielementtirakenteesta esitetään lisäksi				
Alustan vaakasuoruus tai kaltevuus				
Vaakasuorassa betonoitavien elementtien yläpinnan käsittelytapa ja laatuvaatimukset				
Liitokset ja saumat liikuntasaumojen kohdalla				
Katteen alustassa olevan hammastuksen ja käyryyden oikaiseminen, jos katteena on bitumikermi				
1235 Välipohjat				
Välipohjaelementtirakenteesta esitetään lisäksi				

[illegible]

Esitietovaatimukset														
	AR	GE	RA	RK	SI	TT	AK	HA	HI	EL	KS	KA		
ARK pohjakuvat														
	Toimittaja:													
ARK julkisivut														
	Toimittaja:													
ARK leikkauskuvat														
	Toimittaja:													
RAK elementtikaaviot (alustavat)														
	Toimittaja:													
RAK tyypilelementit														
	Toimittaja:													
RAK pääliitostyyppit														
	Toimittaja:													
Työselitykset														
	Toimittaja:													
Asemapiirros														
	Toimittaja:													
Kohteen määrätiedot														
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja:													
	Toimittaja													